



SKRIPSI – TK141581

**STUDI PEMISAHAN BITUMEN DARI ASBUTON
MENGGUNAKAN MEDIA AIR PANAS DENGAN
PENAMBAHAN SOLAR, SURFAKTAN ANIONIK, DAN
*SODIUM HIDROKSIDA***

**Disusun Oleh :
Gissa Navira Sevie
NRP. 2312100035**

**Yosita Dyah Anindita
NRP. 2312100056**

**Dosen Pembimbing 1:
Dr.Ir.Susianto,DEA
NIP. 1962 08 20 1989 03 1004**

**Dosen Pembimbing 2:
Fadlilatul Taufany, ST., Ph.D
NIP. 1981 07 13 2005 01 1001**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016**



FINAL PROJECT– TK141581

**BITUMEN SEPARATION PROCESS FROM ASBUTON
FEED IN HOT WATER PROCESS WITH SOLAR AND
ANIONIC SURFACTANT AND SODIUM HIDROKSIDA
ADDITION**

**Proposed by :
Gissa Navira Sevie
NRP. 2312100035**

**Yosita Dyah Anindita
NRP. 2312100056**

**Adviser 1:
Dr.Ir.Susianto,DEA
NIP. 1962 08 20 1989 03 1004**

**Adviser 2:
Fadlilatul Taufany, ST., Ph.D
NIP. 1981 07 13 2005 01 1001**

**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2016**

LEMBAR PENGESAHAN

“STUDI PROSES PEMISAHAN BITUMEN DARI ASBUTON MENGGUNAKAN MEDIA AIR PANAS DENGAN PENAMBAHAN SOLAR, SURFAKTAN ANIONIK DAN SODIUM HIDROKSIDA”

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik pada Program Studi S-1 Jurusan Teknik Kimia
Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

Oleh :

Gissa Navira Sevie

NRP : 2312 100 035

Yosita Dyah Anindita

NRP : 2312 100 056

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Dr. Ir. Susianto, DEA

.....(Pembimbing I)

2. Fadlilatul Taufany, S.T., Ph.D

.....(Pembimbing II)

3. Prof. Dr.Ir. Ali Altway, M.S

.....(Penguji I)

4. Dr. Yeni Rahmawati, S.T., MT

.....(Penguji II)

5. Siti Zullaikah, S.T., M.T, PhD

.....(Penguji III)



Surabaya
Juli, 2016

STUDI PEMISAHAN BITUMEN DARI ASBUTON MENGUNAKAN MEDIA AIR PANAS DENGAN PENAMBAHAN SOLAR, SURFAKTAN ANIONIK, DAN SODIUM HIDROKSIDA.

Nama : 1. Gissa Navira Sevie
2. Yosita Dyah Anindita
NRP : 1. 2312100035
2. 2312100056
Pembimbing : 1. Dr.Ir.Susianto, DEA
2. Fadlilatul Taufany, ST., Ph.D

ABSTRAK

Asbuton adalah aspal alam yang terkandung dalam deposit batuan yang terdapat di Pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Asbuton dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif pengganti aspal minyak setelah bitumen dipisahkan dari mineralnya. Penelitian proses pemisahan bitumen dari asbuton menggunakan *hot water process* telah dilakukan, tetapi bitumen yang terambil kurang maksimal. *Interfacial tension* merupakan parameter penting dalam proses pemisahan bitumen menggunakan *hot water process* disamping viskositas bitumen. Untuk meningkatkan perolehan bitumen, maka perlu dilakukan modifikasi sifat permukaan bitumen. Modifikasi sifat permukaan bitumen dilakukan dengan penambahan surfaktan.

Pada penelitian ini, jenis surfaktan yang digunakan adalah surfaktan *Linear Alkylbenzene Sulphonate* (LAS) yang berfungsi sebagai *wetting agent* untuk menurunkan tegangan permukaan antara bitumen dengan mineral. Fokus dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh penambahan *wetting agent* terhadap jumlah larutan total, konsentrasi surfaktan dan pengaruh temperatur terhadap persen (%) *recovery* bitumen.

Proses pemisahan bitumen dari asbuton dalam metode ini dilakukan melalui dua proses utama, yakni proses *mixing* dan

digesting. Kedua proses ini dilakukan pada sebuah tangki berpengaduk *disc turbine* dan empat buah *baffle*. Proses *mixing preheating* dilakukan dengan cara mengaduk asbuton dengan solar yang jumlahnya 60% terhadap massa campuran solar-asbuton pada 250 rpm dengan suhu 60, 70, 80, dan 90°C selama 30 menit. Selanjutnya dilakukan proses *digesting* dengan mengaduk campuran solar-asbuton dengan *wetting agent*, yang berupa larutan surfaktan *Linear Alkylbenzene Sulphonate* (LAS)-NaOH (Rwa) sebesar 25%, 30%, 35% dan 40% terhadap massa campuran asbuton-solar-larutan *wetting agent* pada 1500 rpm dengan suhu 60, 70, 80, dan 90°C selama 30 menit. Konsentrasi larutan surfaktan *Linear Alkylbenzene Sulphonate* (LAS) yang akan digunakan sebesar 0,5%, 1% , 1,5% dan 2% (% massa) dan konsentrasi NaOH sebesar 1 (% massa). Produk proses *digesting* kemudian dipisahkan secara gravitasi dalam *beaker glass* dengan menambahkan air garam dengan konsentrasi 3.5% dan ditunggu selama 24 jam sehingga terbentuk tiga lapisan. Lapisan teratas yang merupakan larutan bitumen-solar, ditimbang berat dan diukur densitasnya untuk mengetahui persen (%) *recovery* yang diperoleh.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa % *recovery* bitumen mengalami kenaikan seiring dengan meningkatnya temperatur dan meningkatnya konsentrasi Surfaktan LAS yang ditambahkan hingga mencapai nilai CMC-nya. Sedangkan % *recovery* bitumen akan menurun seiring dengan kenaikan %Rwa. Hasi akhir yang diperoleh adalah % *recovery* bitumen yang tertinggi diperoleh sebesar 97,74% pada suhu 90°C dengan *wetting agent* 25% dan konsentrasi surfaktan 1.5%.

Kata kunci : *asbuton, air panas, proses pemasakan, solar, surfaktan anionik, NaOH*

BITUMEN SEPARATION PROCESS FROM ASBUTON FEED IN HOT WATER PROCESS WITH SOLAR AND ANIONIC SURFACTAN AND SODIUM HIDROKSIDA ADDITION

Name : 1. Gissa Navira Sevie
2. Yosita Dyah Anindita
NRP : 1. 2312100035
2. 2312100056
Adviser : 1. Dr.Ir.Susianto, DEA
2. Fadlilatul Taufany, ST., Ph.D

ABSTRACT

Asbuton is natural asphalt which is contained in rock deposite in Buton island, Southeast Sulawesi. Asbuton can be utilized as alternative material for petroleum asphalt after bitumen can be separated from minerals which is contained in it. Bitumen separation process from asbuton in hot water media research had been done before, but bitumen taken was not quite maximum. The surface tension is an important parameter in the process of separation bitumen using hot water media beside viscosity of bitumen. To improve bitumen recovery, it is necessary to modify the surface properties of bitumen. Modification of the surface properties of bitumen by adding surfactant.

For this research, variable attempted was change variable of surfactant Linear Alkylbenzene Sulphonate (LAS) for reduce the surface tension . Focus of this research was to study the effect of the (wetting agent) anionic surfactant -NaOH solution (R_{wa}) addition, anionic surfactan concentration, and the effect temperature towards percent (%) recovery of bitumen.

Bitumen separation process from asbuton feed is carried out through two main process, mixing preheating and digestion process. Both of these processes used cylindrical stirred tank reactor with disc turbine stirrer, and four baffles. First digestion

process is done by mix asbuton with diesel oil addition ratio 60% towards mass of diesel oil-asbuton mixture at 250 rpm in 60,70,80,90 °C for 30 minutes. Then second digestion is done by mix diesel oil-asbuton mixture with wetting agent solution that contains surfactant Linear Alkylbenzene Sulphonate (LAS) and NaOH as much as 25%, 30%, 35% dan 40% towards mass of diesel oil-asbuton-wetting agent solution mixture at 1500 rpm in 60,70,80,90°C for 30 minutes. In this research, the concentration anionic surfactant used were 0.5% ,1%, 1.5% and 2% (% mass), and NaOH concentration used were 1%. The the product of digestion process is took into beaker glass for 24 hours to separate into 3 layers by gravity sedimentation. The top layer is bitumen-diesel oil solution. It was taken to measure its weight and density to obtain (%) recovery of bitumen.

The results showed that % recovery of bitumen increase along with the increasing temperature and increasing concentration of LAS surfactant is added to the value of its CMC. While % recovery of bitumen decreases with increase in % Rwa . The final result obtained the highest % recovery of bitumen obtained by 97.74 % at temperature of 90 ° C with 25 % wetting agent (% Rwa) and surfactant concentration of 1.5 %.

Keywords : *asbuton, hot water, digestion process, solar, surfactant anionik, NaOH*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Lingkup Penelitian.....	6
1.4 Tujuan Penelitian.....	6
1.5 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Aspal.....	7
2.1.1 Aspal Secara Umum	7
2.1.2 Aspal Batuan Buton (Asbuton).....	10
2.1.3 Karakteristik Asbuton.....	12
2.1.4 Bitumen Aspal Buton	14
2.2 Surfaktan.....	18
2.2.1 Mekanisme Kerja Surfaktan	23
2.3 Solar.....	24
2.4 <i>Natrium Hidroksida</i> (NaOH).....	27
2.5 Metode Pemisahan Bitumen	29
2.5.1 Metode Ekstraksi dengan Pelarut Organik	29
2.5.2 <i>Hot Water Process</i>	30
2.5.3 <i>Hot Water Process</i> pada <i>Athabasca</i> <i>Tar Sands</i>	30
2.5.4 <i>Water Process</i> pada <i>Utah Tar Sands</i>	31
2.5.5 Proses <i>Hot Water</i> untuk Asbuton dalam Tangki Berpengaduk	33
2.6 <i>Mixing</i> dan Agitasi	33
2.7 Penelitian–penelitian Pemisahan Bitumen yang Sudah Dilakukan.....	34

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	41
3.1 Garis Besar Penelitian.....	41
3.2 Prosedur Penelitian	42
3.2.1 Tahap <i>Pre-Treatment</i>	43
3.2.2 Tahap Pemisahan Bitumen dari Asbuton.....	44
3.2.3 Tahap Analisis Kadar Bitumen.....	45
3.3 Bahan yang Digunakan.....	47
3.4 Alat yang Digunakan	47
3.5 Variabel Penelitian.....	48
3.5.1 Kondisi yang Ditetapkan	48
3.5.2 Variabel Masukan.....	48
3.5.3 Variabel Respon.....	48
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
4.1 Pengaruh Temperatur terhadap perolehan % <i>Recovery</i> bitumen	51
4.2 Pengaruh konsentrasi surfaktan LAS terhadap perolehan % <i>Recovery</i> Bitumen	52
4.3 Pengaruh penambahan <i>wetting agent</i> (R_{wa}) terhadap perolehan % <i>Recovery</i> bitumen	56
BAB V KESIMPULAN	59
DAFTAR PUSTAKA.....	xv
DAFTAR NOTASI	xix
APPENDIKS A	
APPENDIKS B	
APPENDIKS C	
APPENDIKS D	
APPENDIKS E	
APPENDIKS F	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Wilayah Persebaran Aspal Buton.....	11
Tabel 2.2	Sifat Fisik Aspal Asbuton dari Kabungka dan Lawele	13
Tabel 2.3	Komponen Kimia Aspal Kabungka dan Lawele	13
Tabel 2.4	Komposisi Mineral Asbuton Kabungka dan Lawele	14
Tabel 2.5	Sifat – Sifat Senyawa Penyusun Bitumen Aspal Alam.....	17
Tabel 2.6	Karakteristik Surfaktan <i>Sodium Dodecyl Benzene Sulfonat</i> (LAS)	22
Tabel 2.7	Klasifikasi Bitumen Berdasarkan Viskositas	24
Tabel 2.8	Karakteristik Solar.....	25
Tabel 2.9	Karakteristik <i>Natrium Hidroksida</i> (NaOH).....	27
Tabel 2.10	Penelitian – Penelitian Bitumen yang Sudah Dilakukan	34

(HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN)

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Temperatur vs <i>Viscosity</i> pada Bitumen	9
Gambar 2.2	Peta Sebaran Endapan Aspal di Pulau Buton...	10
Gambar 2.3	Struktur <i>Tar Sand</i> dengan Lapisan Air	15
Gambar 2.4	Struktur <i>Tar Sand</i> Tanpa Lapisan Air	15
Gambar 2.5	Bitumen dan Mineral Asbuton	16
Gambar 2.6	Asbuton dengan Pembesaran 2000x menggunakan SEM	16
Gambar 2.7	Struktur Keempat Senyawa Penyusun Bitumen	18
Gambar 2.8	Gugus Hidrofilik dan Hidrofobik pada Surfaktan	19
Gambar 2.9	Jenis – Jenis <i>Micelle</i>	20
Gambar 2.10	Struktur Surfaktan <i>Sodium Dodecyl Benzene Sulfonat</i> (LAS)	21
Gambar 2.11	Mekanisme Kerja Surfaktan (a) <i>roll up</i> dan (b) emulsifikasi	23
Gambar 2.12	Foto-foto <i>Oil sands</i> : (a) perilaku aspal kental dalam air dan (b) perilaku aspal viskositas rendah (aspal diencerkan dengan kerosene) di dalam air	26
Gambar 2.13	Mekanisme Bitumen <i>Recovery</i> dari <i>Oil Sand</i>	29
Gambar 2.14	<i>Phase</i> Pelepasan Bitumen	30
Gambar 2.15	<i>Canadian Hot Water Process</i>	31
Gambar 2.16	Skema Perbedaan Gaya Mekanik pada Bitumen dengan Kadar Tinggi dan Rendah	32
Gambar 2.17	<i>Hot Water Process</i> untuk <i>Utah Sands</i> pada tahun 1978	32
Gambar 3.1	Langkah-langkah Penelitian	42
Gambar 3.2	<i>Flowchart</i> Proses <i>Digesting</i> dan Analisa Data...	43
Gambar 3.3	Tangki <i>Digester</i>	44

Gambar 4.1	Pengaruh Temperatur terhadap % <i>Recovery</i> Bitumen pada Konsentrasi Surfaktan LAS 1,5%, R_s 60% dan Konsentrasi NaOH 1% dengan Berbagai Nilai R_{wa}	51
Gambar 4.2	(a) Kondisi awal bitumen, (b) Kondisi bitumen setelah penambahan surfaktan, (c) Terbentuk droplet bitumen yang terlepas dari mineralnya	52
Gambar 4.3	Pengaruh Konsentrasi Surfaktan LAS terhadap % <i>Recovery</i> Bitumen pada R_s 60%, Konsentrasi NaOH 1% dan Temperatur 90°C dengan Berbagai Nilai R_{wa}	54
Gambar 4.4	Grafik Pembentukan <i>Micelle</i>	55
Gambar 4.5	Pengaruh Penambahan Surfaktan LAS dan NaOH (R_{wa}) terhadap % <i>Recovery</i> Bitumen pada R_s 60%, Konsentrasi NaOH 1% dan Temperatur 90°C dengan Berbagai Nilai Konsentrasi Surfaktan LAS	56
Gambar 4.6	Kurva Optimasi Pengaruh Penambahan Surfaktan LAS dan NaOH (R_{wa}) terhadap % <i>Recovery</i> Bitumen pada R_s 60%, Konsentrasi NaOH 1% dan Temperatur 90°C dengan Berbagai Nilai Konsentrasi Surfaktan LAS	57

DAFTAR NOTASI

ρ	: Densitas/ kerapatan dinyatakan dalam gr/cc
R_{wa}	: Penambahan larutan <i>wetting agent</i> (Surfaktan anionik-NaOH) dalam proses pemasakan 2 yang dinyatakan dalam persentase massa (% massa) larutan <i>wetting agent</i> dalam campuran total (solar-asbuton-larutan <i>wetting agent</i>)
R_s	: Rasio Solar : Asbuton

(HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN)

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Bitumen merupakan hidrokarbon yang terdiri atas senyawa *Aspaltnenes*, Resin, Siklik dan *Saturates*. Berdasarkan sumbernya bitumen dapat dibagi menjadi dua. Aspal minyak yang diperoleh dari proses penyulingan minyak, dan aspal alam yaitu aspal yang terkandung dalam deposit batuan seperti Asbuton dan *tar sand*. Aspal yang umum digunakan untuk jalan merupakan campuran antara agregat, filler dan bitumen sebagai perekat agregat. Viskositas alami dari bitumen membuat aspal memiliki tingkat fleksibilitas yang tinggi sehingga akan dapat menghasilkan suatu campuran yang memiliki ketahanan yang baik.(Eurobitume,2014)

Kebutuhan aspal Indonesia mencapai 1,2 juta ton per tahun. Dari kebutuhan aspal ini, produsen aspal Indonesia PT. Pertamina dan PT.Wijaya Karya (Wika) hingga saat ini hanya mampu memenuhi 900.000 ton per tahun, atau setara dengan 75% kebutuhan nasional. Sehingga untuk memenuhi kebutuhan nasional tersebut pemerintah melakukan impor sekitar 300.000 ton per tahunnya (Hapid, 2015).

Aspal minyak sangat bergantung dengan ketersediaan minyak bumi dan hanya minyak bumi yang memiliki kandungan aspalten tinggi yang mengandung bitumen sehingga tidak semua minyak bumi mengandung bitumen. Oleh karena itu, harus ada usaha alternatif lain yaitu aspal alam. Hal ini didasarkan Indonesia merupakan negara yang memiliki aspal alam kaya bitumen terbesar di dunia, yakni di Pulau Buton, Provinsi Sulawesi Tenggara. Aspal alam ini seringkali disebut Asbuton (aspal batu buton), karena bitumen yang ada membungkus partikel batuan kalsium, sehingga aspal alam ini cepat mengeras seperti batu. Menurut Departemen Pekerjaan Umum (2006), total cadangan asbuton mencapai 677.247.000 ton atau setara dengan 170.000.000 diproyeksi mampu memenuhi kebutuhan aspal nasional selama 330 tahun.

Lokasi deposit Asbuton tersebar seluas 70.000 ha dari Teluk Sampolawa hingga Teluk Lawele sepanjang 75 km dengan lebar 12 km ditambah wilayah Enreke yang termasuk wilayah Kabupaten Muna, Provinsi Sulawesi Tenggara dengan kadar aspal yang terkandung dalam Asbuton bervariasi, antara 20 – 30%. Ini merupakan kadar aspal yang cukup besar dibandingkan dengan kadar aspal alam negara-negara lain seperti Amerika (12 – 15%) dan Prancis (6 – 10%).

Penggunaan asbuton dinilai dapat meningkatkan daya tahan infrastruktur jalan di Indonesia, dilihat dari kualitasnya stabilitas pengerasan lebih tinggi jika dibandingkan aspal minyak, sehingga lebih tahan retak akibat cuaca maupun lingkungan hal tersebut dikarenakan nilai modulus resilien (M_R) asbuton 3750 MPa sedangkan aspal minyak 2500 MPa. Pengujian yang dilakukan oleh Pusat Penelitian Jalan dan Jembatan Departemen Pekerjaan Umum dituangkan dalam Sertifikasi Uji Kelayakan Teknis dari Pusat Penelitian Jalan Departemen Pekerjaan Umum No. 06.1.02.485701.33.11.002 dimana penggunaan asbuton dalam pembangunan dan pemeliharaan jalan sangat layak dan dapat segera dilaksanakan. Oleh karena itu pemerintah mengeluarkan Permen No. 35 Tahun 2006 Tentang pemanfaatan asbuton

Namun sayangnya, pemanfaatan asbuton belum maksimal, terjadi pasang surut penggunaan Asbuton seiring dengan kebutuhan akan bahan aspal dan perkembangan teknologi. Asbuton pernah diproduksi mencapai 500.000 ton/tahun antara tahun 1970 hingga 1980. Setelah itu produksi Asbuton mengalami penurunan. Sedangkan pada tahun 1990an, Asbuton yang dihasilkan tidak optimal akibat penggunaan teknologi yang tidak tepat pada pengolahannya sehingga mengakibatkan ketidaksempurnaan pada hasil konstruksi jalan yang menggunakan asbuton sebagai bahan bakunya (Litbang Pekerjaan Umum, 2012).

Selama ini asbuton hanya dimanfaatkan sebagai bahan campuran aspal beton, dalam bentuk asbuton halus, mikro asbuton, asbuton butir, dan asbuton yang diekstrak sebagian. Untuk pemanfaatan bitumen dari asbuton sendiri masih belum banyak

dilakukan dalam skala industri karena masih minimnya pengembangan asbuton ke arah sana.(Departmen Pekerjaan Umum,2006)

Dalam lingkup penelitian berbagai metode digunakan untuk memisahkan bitumen dari asbuton, yakni metode *solvent recovery*. Pada metode ini digunakan pelarut hidrokarbon dan turunannya yang bersifat nonpolar seperti, n-heksana (Purwono, 2003), TCE (*trichloroethylene*) dan n-propil bromida (Gardiner, 2000), karbon tetraklorida (CCl_4) (Aris, 1997), Pertasol (Tommy, 2012), Kerosin (Shidiq,2013) dan Solar (Zindy, 2013) untuk mengekstraksi bitumen yang terkandung pada asbuton. Dalam penelitian sebelumnya tersebut, diperoleh hasil bahwa dibutuhkan pelarut organik dalam jumlah besar untuk mendapatkan bitumen dari asbuton. Hal ini dikarenakan pelarut yang digunakan volatil, *losses* pelarut besar sehingga kurang ekonomis. Sehingga pemisahan bitumen dari asbuton menggunakan metode *solvent recovery* tidak berhasil diterapkan dalam skala industri karena diperkirakan menelan biaya operasi yang cenderung tinggi.

Proses yang kedua yaitu metode pemisahan dengan menggunakan media air panas yang pertama kali dilakukan oleh Clark pada tahun 1920 untuk memisahkan bitumen pada *Athabasca oil sand*. Metode pemisahan dengan menggunakan media air panas merupakan pemisahan bitumen melalui injeksi air panas dan bahan kimia seperti pelarut nonpolar terhadap oil sand. Melalui injeksi ini bitumen yang bersifat hidrofobik akan terpisah dari air dan pasir dan bergabung dengan lapisan pelarut non polar, sedangkan air dan pasir berada di lapisan lain. Metode ini cukup efektif untuk memisahkan bitumen dari *oil sand* (*Fuel Chemistry Division*, 2014). Proses ini pada dasarnya bisa diaplikasikan untuk memisahkan bitumen dari asbuton, walaupun jenis pengotor yang terkandung dalam oil sand dan asbuton berbeda. Pengotor pada oil sand berupa silika (SiO_2) (Akinyemi, 2013), sedangkan pada Asbuton terkandung banyak kalsium karbonat (CaCO_3) menurut Departemen Pekerjaan Umum, (2006). Proses ini dapat digunakan untuk memisahkan bitumen dari asbuton adalah karena air panas

mampu menurunkan tegangan permukaan pada asbuton sedangkan pelarut non polar mampu menarik bitumen (karena sama-sama bersifat non polar) sehingga diperkirakan bitumen dapat dipisahkan dari berbagai pengotor yang terkandung di dalam asbuton.

Namun yang perlu diperhatikan proses air panas ini tidak dapat diaplikasikan langsung, karena CaCO_3 memiliki angka kelarutan yang lebih tinggi dibanding SiO_2 di dalam air sehingga perlu dilakukan modifikasi pada proses air panas. Beberapa modifikasi proses air panas yang dilakukan adalah dengan menambahkan diluent yaitu solar, surfaktan serta NaOH. Surfaktan dan NaOH berfungsi sebagai penurun tegangan permukaan antara bitumen dan pengotor yang berupa padatan sehingga menyebabkan bitumen bisa bergabung dengan pelarut non polar. Selain itu NaOH juga berfungsi sebagai *sealing agent* yang menjadi seal antara lapisan solar-aspal dengan lapisan batuan sehingga kedua lapisan tidak bercampur. (Dai, 1996)

Penelitian sebelumnya menggunakan media air panas dilakukan beberapa kali di Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa ITS. Novitrie (2014) melakukan penelitian studi pemisahan bitumen dari Asbuton dengan menggunakan pelarut solar dan penambahan surfaktan dengan media air panas. Persen *recovery* yang diperoleh 81,09 % dengan perbandingan solar asbuton 50% : 50%. Yuda (2015) melakukan penelitian studi proses pemisahan bitumen dari asbuton menggunakan media air panas dengan rasio solar : solar-asbuton dan surfaktan *Sodium Ligno Sulfonat* (SLS) serta Natrium Hidroksida (NaOH). Persen *recovery* yang didapat 86,29 % dengan perbandingan solar : asbuton = 60 : 40, konsentrasi surfaktan SLS 0,05% dan konsentrasi NaOH 0,05%. Ahmed (2015) melakukan penelitian studi proses pemisahan bitumen dari asbuton menggunakan media air panas dengan rasio solar : solar-asbuton dan surfaktan *Sodium Ligno Sulfonat* (SLS) serta Natrium Hidroksida (NaOH). Persen *recovery* yang didapat 92 % dengan perbandingan solar : asbuton = 60 : 40, konsentrasi surfaktan SLS 0,5% dan konsentrasi NaOH 1%.

Salah satu problematika yang dihadapi pada media air panas dengan modifikasi untuk memisahkan bitumen dari asbuton adalah % *recovery* yang kurang sempurna. Penggunaan jenis surfaktan yang kurang tepat, yaitu SLS, dimungkinkan menjadi penyebab masih kurang sempurnanya % *recovery* bitumen dari asbuton karena berdasarkan penelitian Xu dkk (2011) nilai *Hidrophile Lipophile Balance* (HLB) dari SLS adalah 40, sedangkan untuk pemisahan bitumen dari mineral dibutuhkan surfaktan dengan nilai HLB yang kecil karena semakin kecil nilai HLB akan menyebabkan surfaktan lebih bersifat hidrofob. Surfaktan memiliki peranan penting dalam pemisahan bitumen menggunakan media air panas karena dapat menurunkan tegangan permukaan antara bitumen yang terkandung dalam asbuton yang mengakibatkan lapisan bitumen-solar yang tadinya terperangkap dalam mineral mampu terangkat ke permukaan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mempelajari pengaruh surfaktan anionik terhadap proses pemisahan bitumen dengan media air panas untuk mendapatkan % *recovery* yang lebih tinggi.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian pemisahan bitumen dari asbuton dengan menggunakan media air panas dan rasio solar : solar-asbuton sebagai *penetrating agent* serta surfaktan anionik yaitu *Linier Alkylbenzene Sulphonate* (LAS) sebagai *wetting agent* dan NaOH sebagai *sealing agent* dengan pemilihan surfaktan anionik diduga dapat membantu meningkatkan % *Recovery* bitumen melalui perannya dalam menurunkan viskositas bitumen yang terkandung pada asbuton.

1.3 Lingkup Penelitian

1. Sampel batuan Asbuton yang digunakan berasal dari daerah Kabungka, Sulawesi Tenggara.
2. Sampel batuan Asbuton mula-mula akan diekstraksi menggunakan metode ekstraksi soklet menggunakan pelarut TCE (*trichloroethylene*) untuk mengetahui kadar awal bitumen.
3. Proses pemisahan bitumen dari batuan asbuton menggunakan tangki berpengaduk dengan dengan 4 *baffle* pada kecepatan 1500 rpm menggunakan tipe impeler berupa *disc turbine* yang dioperasikan secara *batch*.
4. Proses yang digunakan adalah pemisahan bitumen menggunakan media air panas dengan solar sebagai *penetrating agent*, disertai penambahan *wetting agent* berupa surfaktan anionik dan NaOH sebagai *sealing agent*.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mempelajari pengaruh temperatur operasi terhadap perolehan % *Recovery* bitumen
2. Mempelajari pengaruh konsentrasi surfaktan terhadap perolehan % *Recovery* bitumen.
3. Mempelajari pengaruh rasio surfaktan - NaOH (R_{wa}) : larutan total terhadap perolehan % *Recovery* bitumen

1.5 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat diketahui pengaruh konsentrasi surfaktan anionik, rasio surfaktan anionik terhadap larutan total, dan temperatur terhadap perolehan % *Recovery* bitumen pada proses pemisahan bitumen dari asbuton menggunakan media air panas sehingga dapat menjadi sumber referensi pada aplikasi industri.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Aspal

2.1.1 Aspal Secara Umum

Aspal menurut *American Society for Testing and Materials* (ASTM) adalah suatu material yang berwarna coklat tua sampai hitam, padat atau semi padat yang terdiri dari bitumen-bitumen yang terdapat di alam atau diperoleh dari residu minyak bumi. Komposisi utama dari aspal sendiri merupakan hidrokarbon dengan atom $C > 40$. Di alam, aspal dapat diperoleh secara alami maupun dari hasil pengolahan minyak bumi.

Bitumen merupakan hidrokarbon rantai panjang yang ditemukan dalam bentuk cairan sangat kental ataupun padatan pada suhu kamar (25°C), berwarna hitam, dan menunjukkan sifat *thermoplastic*, yakni menjadi encer ketika dipanaskan, namun kembali mengeras seiring dengan pendinginan. Bitumen tergolong perekat dan *waterproofing agent* yang baik, dan memiliki ketahanan yang baik terhadap reaksi oksidasi. Walaupun demikian, bitumen mudah larut dalam berbagai pelarut organik seperti benzena, trikloroetana, dan karbon disulfida. *Specific heat* dari bitumen bervariasi antara 0,4 hingga 0,6 cal/goC pada suhu $0 - 300^{\circ}\text{C}$ dengan nilai *thermal conductivity* sebesar 0,14 kcal/moC/h (*Institute of Petroleum*, 1984).

Bitumen terdiri atas berbagai senyawa dengan berat molekul yang bervariasi yang membentuk sistem koloid. Beberapa tipe senyawa yang terkandung di dalam bitumen antara lain:

- a. *Asphaltenes*, yakni kelompok senyawa berbentuk padatan yang berwarna hitam yang mengandung karbon dan hidrogen sebagai unsur utamanya, namun juga mengandung nitrogen, sulfur dan oksigen.. Kelompok senyawa ini memiliki berat molekul yang besar, yakni sekitar 200-5000.
- b. Resin, yakni kelompok senyawa yang sebagian besar terdiri atas karbon dan hidrogen sebagai unsur utamanya, namun

juga mengandung nitrogen, sulfur dan oksigen dalam jumlah kecil. Kelompok senyawa ini bersifat *adhesive*, berbentuk solid atau semi-solid, berwarna coklat tua, dan bersifat sangat polar. Berat molekul kelompok senyawa ini berkisar antara 900-1300.

- c. Siklik, merupakan kelompok senyawa yang berbentuk liquid kental yang menyusun sekitar 50% bitumen, tersusun atas karbon dan hidrogen sebagai unsur utama, serta sulfur, nitrogen, oksigen dalam jumlah kecil. Kelompok senyawa ini memiliki berat molekul antara 550-850.
- d. *Saturates*, merupakan kelompok senyawa yang berupa padatan atau cairan kental, dengan warna kuning hingga jernih. Kelompok senyawa ini memiliki berat molekul antara 500-800. Senyawa hidrokarbon yang masuk dalam kelompok ini bisa ditemukan dalam bentuk rantai lurus, bercabang, atau berupa alkil aromatik dengan rantai alkil yang panjang (*Institute of Petroleum*, 1984).

Bitumen ditemukan pada sejumlah deposit di permukaan bumi. Deposit ini terbentuk akibat adanya minyak bumi yang terdorong menembus kerak bumi. Komponen yang mudah menguap dari minyak bumi, seperti gasoline, kerosene menguap dan meninggalkan sejumlah deposit bitumen yang tercampur dengan mineral anorganik. Campuran bitumen-mineral anorganik inilah yang kemudian disebut sebagai aspal alam (*Institute of Petroleum*, 1984).

Secara umum aspal dibagi menjadi dua kelompok yaitu aspal alam dan aspal minyak.

a. Aspal Alam

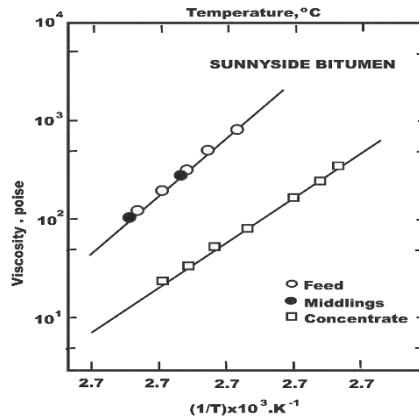
Aspal ini langsung terdapat di alam, memperolehnya tanpa proses pemasakan. Di Indonesia jenis aspal ini terdapat di Pulau Buton yang diistilahkan sebagai Asbuton (Aspal Batuan Buton). Aspal ini merupakan campuran antara bitumen dan mineral dari ukuran debu sampai ukuran pasir yang sebagian besar merupakan mineral kapur. Sifat mekanis Asbuton menunjukkan pada temperatur $<30^{\circ}\text{C}$ rapuh dipukul

pecah, pada temperatur 30°C - 60°C menjadi plastis dan apabila dipukul akan menjadi lempeng (pipih), selanjutnya pada temperatur 100 °C -150 °C akan menjadi cair (Departemen P.U ,2006).

b. Aspal Minyak

Aspal minyak dihasilkan dari hasil terakhir penyaringan minyak tanah kasar (*crude oil*) sehingga merupakan bagian terberat dari minyak tanah kasar dan terkental. Oleh karena itu untuk memperoleh aspal dengan mutu baik dipilih bahan baku minyak bumi dengan kadar parafin rendah.

Teknologi pemisahan bitumen dari aspal banyak dilakukan oleh beberapa peneliti. Aplikasi teknologi yang digunakan ini terutama tergantung dari komposisi aspal alam. Kebutuhan data tentang viskositas bitumen diperlukan untuk menangani sifat yang sangat kental dari aspal alam. Seperti disebutkan di atas, bitumen adalah cairan dengan viskositas tinggi. **Gambar 2.1** menjelaskan viskositas aspal ini menurun sebagai fungsi meningkatnya suhu.



Gambar 2.1. Temperatur Vs *Viscosity* pada bitumen

2.1.2 Aspal Batuan Buton (Asbuton)

Asbuton adalah aspal alam yang terdapat di pulau Buton, Sulawesi Tenggara. Asbuton pada umumnya berbentuk padat yang terbentuk secara alami akibat proses geologi. Proses terbentuknya asbuton berasal dari minyak bumi yang terdorong muncul ke permukaan menyusup di antara batuan yang berpori.

Berdasarkan data Departemen Pekerjaan Umum (2006), Asbuton (Aspal Batu Buton) yang ditemukan kira-kira 70 tahun yang lalu merupakan deposit aspal alam terbesar di dunia. Deposit asbuton tersebar dari Teluk Lawele sepanjang 75 km dengan lebar 20 km di tambah wilayah Enreke yang termasuk wilayah Kabupaten Muna. Dari eksplorasi yang dilakukan *Alberta Research Council* di daerah Lawele tahun 1989 pada 132 titik pengeboran diperoleh hasil bahwa ketebalan asbuton berkisar antara 9 meter sampai 45 meter atau ketebalan rata-rata 29,88 meter dengan tebal tanah penutup 0 – 17 meter pada luas daerah pengaruh asbuton 1.527.343,5 m²



Gambar 2.2 Peta Sebaran Endapan Aspal di Pulau Buton

Data tersebut ditunjang pengkajian lanjutan yang dilakukan oleh KPN Bhumi Dharma, Bidang wilayah

pertambangan dan energi propinsi Sulawesi Tenggara (1997) serta data satelit (Kurniadji, 2003), memperlihatkan cadangan aspal alam total adalah sekitar 677,247 juta ton yang tersebar di wilayah Waesiu 0,100 juta ton, Kabungka 60 juta ton, Winto 3,2 juta ton, Winil 0,600 juta ton, Lawele 210,283 juta ton, Siantopina 181,25 juta ton, Ulala 47,089 juta ton, Enreko 174,725 juta ton. Data tersebut menunjukkan perkiraan cadangan Asbuton terbesar ternyata terdapat di wilayah Lawele yang sebagian besar mempunyai kadar aspal di atas 25% aspal alam dengan lokasi dan jumlah dugaan cadangan.

Berdasarkan data Departemen Pekerjaan Umum (2006), hanya lokasi penambangan Kabungka saja yang telah ditambang dan dimanfaatkan, daerah lokasi penambangan lainnya seperti daerah Lawele, baru dalam tahap eksplorasi dan sedikit pemanfaatan.

Tabel 2.1 Wilayah Persebaran Aspal Buton

No.	Lokasi	Kadar bitumen (%)	Cadangan (ton)	Catatan
1.	Waisiu	Sampai 48	100.000	<i>Hetzel, 1926</i>
2.	Kabungka	12 – 30	60.000.000	<i>McNamara, 1980</i>
3.	Winto	6,9 – 11,3	3.200.000	<i>Hetzel, 1926</i>
4.	Wariti	20 – 30	600.000	<i>Hetzel, 1926</i>
5.	Lawele	17 – 40	210.283.000	<i>Pacific Consultant, 1980</i>

Asbuton yang terdapat di Pulau Buton, memiliki sifat yang berbeda-beda tergantung di daerah mana Asbuton tersebut diperoleh. Sampai saat ini dikenal ada dua daerah penambangan Asbuton yang banyak dimanfaatkan hasilnya, yaitu di daerah Kabungka dan Lawele. Sifat dari kedua Asbuton tersebut berbeda, khususnya kandungan bitumennya. Kandungan bitumen atau aspal murni dari daerah Lawele sekitar 30-35% dan banyak mengandung

silikat, sedangkan Kabungka 20-25% dan banyak mengandung kalsium karbonat.

Menurut Rumanto (1989), asbuton terbentuk akibat dari proses destilasi alam yang melalui batuan kapur, maka asbuton tersusun dari bitumen (aspal murni/*asphaltene*) dengan mineral yang tercampur secara alami, dimana mineral-mineral itu sebagian besar terdiri dari kapur yang mengakibatkan asbuton bersifat higroskopis dan membawa dampak kurang baik terhadap konstruksi jalan (dimana kandungan air maksimum 10% dalam konstruksi jalan)

Penggunaan asbuton adalah sebagai berikut :

1. Untuk campuran aspal panas dan aspal hangat yaitu menggunakan asbuton butir.
2. Untuk campuran aspal dingin dengan asbuton butir dan aspal emulsi.
3. Untuk *asbuton tile*.
4. Untuk melapisi bendungan agar kedap air.
5. Sebagai *block asbuton* untuk trotoar dan lain-lain.
6. Cocok digunakan untuk konstruksi berat.

2.1.3 Karakteristik Asbuton

Asbuton memiliki sifat yang berbeda-beda tergantung dari daerah mana asbuton tersebut diperoleh. Sampai saat ini dikenal ada dua daerah penambangan asbuton yang banyak dimanfaatkan hasilnya, yaitu di daerah kabungka dan lawele. Menurut Afandi, perbedaan ini disebabkan oleh sifat bitumen yang ada didalamnya, dimana bitumen pada deposit Kabungka mempunyai nilai penetrasi yang keras < 10 dmm dibanding dengan aspal yang berasal dari Lawele dengan nilai penetrasi bisa mencapai 30 dmm bahkan lebih. Sifat yang dimiliki dari kedua asbuton tersebut berbeda.

Berikut hasil pengujian fisik dan analisis kimia dari mineral dan bitumen Asbuton hasil ekstraksi, dari deposit di lokasi Kabungka dan Lawele berdasarkan data Departemen Pekerjaan Umum (2006)

Tabel 2.2 Sifat Fisik Aspal Asbuton dari Kabungka dan Lawele

Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	
	Kabungka	Lawele
Kadar aspal, %	20	30,08
Penetrasi, 25 ⁰ C, 100 gr, 5 detik, mm	0,4	0,36
Titik Lunak (<i>Softening point</i>), ⁰ C	101	59
Kelenturan, 25 ⁰ C, 5 cm/menit, cm	<140	>140
Kelarutan dalam C ₂ HCl ₃ , %	-	99,6
Titik nyala, ⁰ C	-	198
Berat jenis, kg/m ³	1,046	1,037
Penetrasi setelah TFOT, %	-	94
Titik Lunak setelah TFOT, ⁰ C	-	62
Kelenturan setelah TFOT, cm	-	>140

Tabel 2.3 Komponen Kimia Aspal Kabungka dan Lawele

Komponen Kimia	Lawele	Kabungka
Nitrogen (N), %	30.08	29,04
<i>Acidaffins</i> (A ₁), %	6.6	9.33
<i>Acidaffins</i> (A ₂), %	8.43	12.98
<i>Paraffine</i> (P), %	8.96	11.23
Parameter <i>Maltene</i> , %	2.06	1.5
Nitrogen/ <i>Paraffine</i> , N/P	3.28	2.41
Kandungan <i>Asphaltene</i> , %	46.92	39.45

Dilihat dari komposisi kimianya, aspal Asbuton dari kedua daerah deposit memiliki senyawa nitrogen yang tinggi dan paramater malten yang baik. Hal tersebut mengindikasikan bahwa Asbuton memiliki pelekatan yang baik dengan agregat dan keawetan yang cukup lama. Mineral Asbuton didominasi oleh “*Globigerines limestone*” yaitu batu kapur yang sangat halus yang terbentuk dari jasad renik binatang purba foraminifera mikro yang mempunyai sifat sangat halus, relatif keras berkadar kalsium tinggi dan baik sebagai filler pada campuran beraspal. Hasil pengujian

analisis kimia mineral Asbuton hasil ekstraksi, dari lokasi Kabungka dan Lawele diperlihatkan pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Komposisi Mineral Asbuton Kabungka dan Lawele

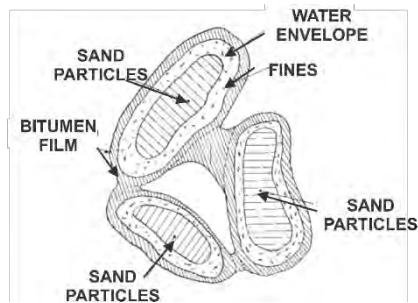
Senyawa	Hasil pengujian	
	Kabungka (%)	Lawele (%)
CaCO ₃	86,66	72,9
MgCO ₃	1,43	1,28
CaSO ₄	1,11	1,94
CaS	0,36	0,52
H ₂ O	0,99	2,94
SiO ₂	5,64	17,06
Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	1,52	2,31
Residu	0,96	1,05

Asbuton memiliki dua jenis unsur utama yaitu aspal (bitumen) dan mineral. Pengertian aspal menurut *American Society for Testing and Materials* (ASTM) adalah suatu material yang berwarna coklat tua sampai hitam, padat atau semi padat yang terdiri dari bitumen – bitumen yang terdapat di alam atau diperoleh dari residu minyak bumi. Sedangkan bitumen menurut ASTM adalah campuran hidrokarbon yang berasal dari alam, yang bercampur dengan turunan – turunan non logam seperti gas, *liquid*, semi padatan atau padatan yang larut dalam karbon disulfid. Secara umum aspal dibagi menjadi dua kelompok yaitu aspal alam dan aspal buatan.

2.1.4 Bitumen Aspal Buton

Berdasarkan strukturnya *tar/oil sand* dapat dibedakan menjadi dua, yaitu:

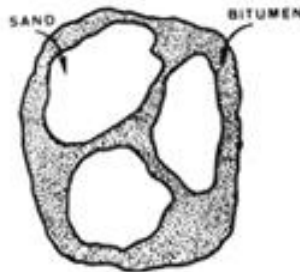
1. Bitumen dan mineral dipisahkan oleh lapisan air.



Gambar 2.3 Struktur *Tar Sand* dengan Lapisan Air

Terdapat lapisan air sehingga bitumen tidak terikat langsung dengan mineral/sand.

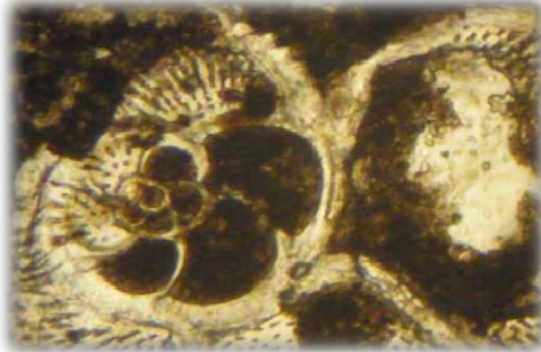
2. Bitumen langsung terikat dengan mineral.



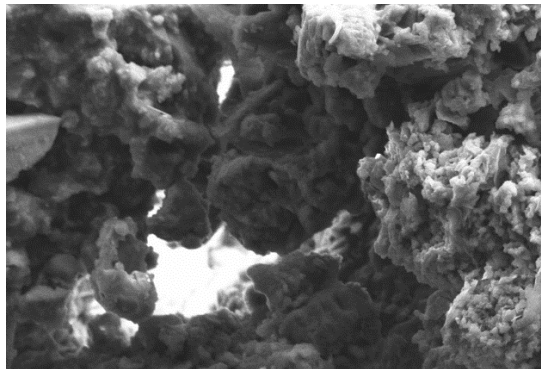
Gambar 2.4 Struktur *Tar Sand* tanpa Lapisan Air

Bitumen yang terdapat pada Aspal Buton pada dasarnya disusun dari 4 komponen utama yaitu hidrokarbon jenuh, aromatik, resin, dan aspal murni (*asphaltenes*). Masing – masing komponen memiliki struktur dan komposisi kimia yang berbeda, dan menentukan sifat rheologi dari bitumen. Bitumen merupakan senyawa yang kompleks utamanya yang disusun oleh hidrokarbon dan atom – atom N, S, dan O dalam jumlah yang kecil, juga

beberapa logam seperti *Vanadium*, Ni, Fe, Ca, dalam bentuk garam organik dan oksidanya. (*Institute of Petroleum*, 1984).



Gambar 2.5 Bitumen dan mineral Asbuton



Gambar 2.6 Asbuton dengan pembesaran 2000x menggunakan SEM

Asphaltenes dan resin yang bersifat polar dapat bercampur membentuk koloid dan menyebar dalam aromatik dan hidokarbon jenuh. Dengan demikian, maka bitumen adalah suatu campuran cairan kental senyawa organik, berwarna hitam, lengket, larut dalam *carbon disulfide*, dan disusun utamanya oleh *polycyclic*

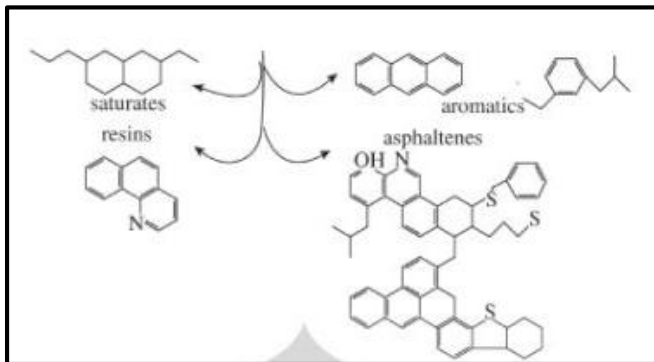
aromatic hydrocarbons. (Nuryanto, 2009)

Tabel 2.5 Sifat – Sifat Senyawa Penyusun Bitumen Aspal Alam

Senyawa	Sifat
<i>Asphaltene</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Sangat polar • Aromatik kompleks • Berat molekul 1000-100000 • Semakin tinggi <i>asphaltenes</i>, maka bitumen semakin keras, kental, tinggi titik lembeknya, dan semakin rendah harga penetrasinya • Berwarna
Resin	<ul style="list-style-type: none"> • Memiliki sifat rekat yang kuat • Berat molekul 500-50000 • Sebagai dispersing <i>agent</i> atau <i>peptizer</i> dari <i>asphaltenes</i> • Tersusun oleh C dan H dan sedikit O, S, dan N • Berwarna coklat tua • Berwujud solid atau semi solid
Aromatik	<ul style="list-style-type: none"> • Bersifat non-polar • Berat molekul 300-2000 • Merupakan 40-65% dari total bitumen • Berwarna coklat tua • Berwujud cairan kental
Hidrokarbon Jenuh	<ul style="list-style-type: none"> • Terdiri dari campuran hidrokarbon lurus, bercabang, <i>alkyl naphtene</i>

	<p>dan aromatik</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bersifat non-polar • Berat molekul 300-2000 • Merupakan 5-20% dari total bitumen • Berwujud cairan kental
--	--

Berikut ini gambar struktur 4 komponen tersebut :



Gambar 2.7 Representatif Struktur Keempat Senyawa Penyusun Bitumen

2.2 Surfaktan

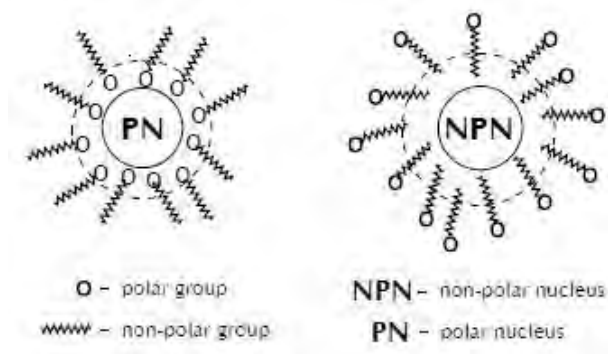
Menurut Cullum (1994), surfaktan (*surface active agent*) merupakan suatu zat yang memiliki kemampuan menurunkan tegangan permukaan (*interfacial tension*). Salah satu sebabnya adalah karena surfaktan memiliki gugus hidrofilik (bagian polar) di satu sisi dan hidrofobik (non-polar) di sisi yang lain. Bagian polar surfaktan dapat bermuatan *positive*, *negative* atau *netral*. Pada sebagian besar surfaktan, bagian hidrofobiknya berupa rantai hidrokarbon yang memiliki panjang rantai 12 hingga 18 atom karbon dan disebut juga sebagai ekor, sementara bagian yang polar disebut sebagai kepala.



Gambar 2.8 Gugus hidrofilik dan gugus hidrofobik pada surfaktan

Surfaktan (*surfactant = surfactive active agent*) adalah zat seperti detergent yang ditambahkan pada cairan untuk meningkatkan sifat penyebaran atau pembasahan dengan menurunkan tegangan permukaan cairan khususnya air. Gugus hidrofobik merupakan gugus yang sedikit tertarik/menolak air sedangkan gugus hidrofilik tertarik kuat pada molekul air. Struktur ini disebut juga dengan struktur *amphipatic*. Adanya dua gugus ini menyebabkan penurunan tegangan muka dipermukaan cairan. Gugus hidrofilik pada surfaktan bersifat polar dan mudah bersenyawa dengan air, sedangkan gugus lipofilik atau hidrofob bersifat non polar dan mudah bersenyawa dengan minyak. Sifat hidrofob dan hidrofil dari surfaktan dapat dilihat dari nilai *Hidrophile Lipophile Balance* (HLB) dari surfaktan tersebut, semakin tinggi nilai HLB suatu surfaktan akan lebih bersifat hidrofil sedangkan semakin rendah nilai HLB suatu surfaktan akan lebih bersifat hidrofob. Di dalam molekul surfaktan, salah satu gugus harus lebih dominan jumlahnya. Bila gugus polarnya yang lebih dominan, maka molekul-molekul surfaktan tersebut akan diabsorpsi lebih kuat oleh air dibandingkan dengan minyak. Akibatnya tegangan permukaan air menjadi lebih rendah sehingga mudah menyebar dan menjadi fase kontinu. Demikian pula sebaliknya, bila gugus non polarnya lebih dominan, maka molekul molekul surfaktan tersebut akan diabsorpsi lebih kuat oleh minyak dibandingkan dengan air. Akibatnya tegangan permukaan minyak menjadi lebih rendah sehingga mudah menyebar dan menjadi fase kontinu (Nurdiyanto, 2013)

Penambahan surfaktan dalam larutan akan menyebabkan turunnya tegangan permukaan larutan. Setelah mencapai konsentrasi tertentu, tegangan permukaan akan konstan walaupun konsentrasi surfaktan ditingkatkan. Bila surfaktan ditambahkan melebihi konsentrasi ini maka surfaktan mengagregasi membentuk misel. Konsentrasi terbentuknya misel ini disebut *Critical Micelle Concentration* (CMC). Tegangan permukaan akan menurun hingga CMC tercapai. Setelah CMC tercapai, tegangan permukaan akan konstan yang menunjukkan bahwa antar muka menjadi jenuh dan terbentuk *micelle* yang berada dalam keseimbangan dinamis dengan monomernya *Micelle* tersebut adalah pengumpulan atau agregasi molekul – molekul surfaktan. (Genaro, 1990)



Gambar 2.9 Jenis – jenis *micelle*

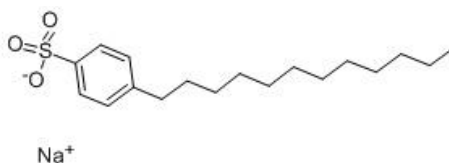
Dalam pemisahan bitumen, bitumen memiliki gugus polar sehingga surfaktan akan membentuk *micelle* dengan gugus hidrofilik surfaktan mengikat bitumen tersebut , sehingga bitumen dapat terlepas dari mineralnya. Sedangkan gugus hidrofobik surfaktan akan mengikat senyawa non polar sehingga bitumen dan senyawa non polar tersebut akan larut.

Klasifikasi surfaktan berdasarkan sifat dari gugus hidrofiliknya diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Surfaktan anionik

Surfaktan ini bagian hidrofiliknya bermuatan negatif. Surfaktan jenis ini banyak digunakan pada industri laundry dan juga efektif dimanfaatkan dalam proses perbaikan atau perawatan tanah yang tercemar minyak dan senyawa hidrofobik lainnya. Surfaktan ini dapat bereaksi dalam air cucian dengan ion air sadah bermuatan positif seperti kalsium dan magnesium. Reaksi ini menyebabkan deaktivasi parsial pada surfaktan. Semakin banyak ion kalsium atau magnesium di dalam air maka makin banyak pula surfaktan anionik yang akan dideaktivasi. Surfaktan anionik yang banyak digunakan adalah senyawa misalnya sabun, RCOO^- ; alkil sulfat, RSO_3^- .

Salah satu contoh surfaktan anionik adalah *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate* termasuk dalam golongan *Linier Alkylbenzene Sulphonate* (LAS).



Gambar 2.10 Struktur Surfaktan *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate* (LAS)

Menurut Genaro (1990), *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate* (LAS) adalah surfaktan anionik umumnya sebagai pembasah, foaming, emulgator dalam pembuatan detergen. LAS terbentuk dari reaksi antara *Benzene* dan *Dodecene* membentuk *Dodecyl Benzene*. Kemudian *Dodecyl Benzene* yang terjadi ditambahkan dengan *oleum* menghasilkan *Dodecyl Benzene Sulfonic Acid*. *Dodecyl Benzene Sulfonic Acid* yang terjadi kemudian dinetralkan dengan penambahan NaOH sehingga menghasilkan *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate*. LAS memiliki rantai

hidrokarbon sebagai gugus hidrofobik dan ion SO_3^{3-} sebagai gugus hidrofiliknya.

Tabel 2.6 Karakteristik Surfaktan *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonate* (LAS)

No	Karakteristik	Nilai
1	Rumus Molekul	$\text{C}_{18}\text{H}_{29}\text{SO}_3\text{Na}$
2	Wujud	Berbentuk butiran, bubuk warna putih hingga kuning
3	Berat molekul	348 g/mol
4	Titik Leleh	$>300\text{ }^\circ\text{C}$
5	<i>Specific Gravity</i>	0.53 g/cm^3
6	Kelarutan dalam air (20-25 $^\circ\text{C}$)	800.000 ug/L
7	pH	7-10.5

1. Surfaktan kationik

Surfaktan yang bagian hidrofiliknya bermuatan positif. Penggunaan utamanya adalah pada produk-produk laundry sebagai pelembut. surfaktan kationik, misalnya garam alkil trimetil ammonium $\text{RN}^+(\text{CH}_3)_3$; garam alkil trimetil benzil ammonium $\text{RN}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{C}_6\text{H}_5$.

2. Surfaktan non ionik

Surfaktan yang bagian hidrofiliknya tidak bermuatan. Berikut merupakan surfaktan nonionik, asil dietanolamida, $\text{RCON}(\text{C}_2\text{H}_4\text{OH})_2$; *etoxylated fatty alcohol*, $\text{R}(\text{OC}_2\text{H}_4)_n\text{OH}$.

3. Surfaktan amfoter

Surfaktan yang bagian hidrofiliknya bermuatan positif dan negatif. Ia dapat berupa anionik, kationik atau nonionik dalam suatu larutan tergantung pada pH air yang digunakan. Surfaktan amfoter, misalnya alkil amino propionat, $\text{RNH}_2^+(\text{CH}_2)_2\text{COO}^-$; alkil betain, $\text{RN}^+(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{COO}^-$ (Cullum, 1994).

2.2.1 Mekanisme Kerja Surfaktan

Pada aplikasinya sebagai bahan pembersih untuk material kain, tanah dan sejenisnya, surfaktan dapat bekerja melalui tiga cara yang berbeda, yakni *roll up*, emulsifikasi dan solubilisasi.

1. *Roll up*

Pada mekanisme ini, surfaktan bekerja dengan menurunkan *interfacial tension* antara minyak dengan kain atau material lain yang terjadi dalam larutan berair.

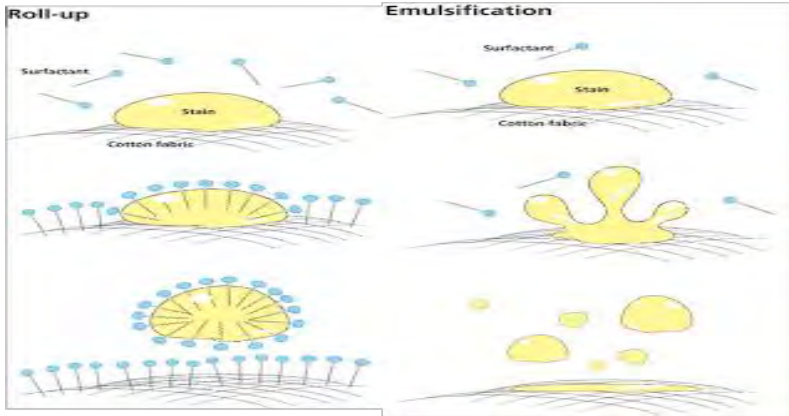
2. Emulsifikasi

Pada mekanisme ini surfaktan menurunkan *interfacial tension* minyak-larutan dan menyebabkan proses emulsifikasi terjadi.

3. Solubilisasi

Melalui interaksi dengan *micelle* dari surfaktan dalam air (pelarut), senyawa secara simultan terlarut dan membentuk larutan yang stabil dan jernih.

Mekanismenya *roll up* dan emulsifikasi terdapat pada Gambar 2.11



Gambar 2.11 Mekanisme kerja surfaktan (a) *roll up* dan (b) emulsifikasi

Surfaktan memiliki beberapa fungsi diantaranya yaitu :

- Menurunkan tegangan permukaan
- Meningkatkan kelarutan suatu zat
- Sebagai pembasah
- Sebagai *emulgator*
- Sebagai *foaming – antifoaming agent*

2.3 Solar

Berdasarkan penelitian Siswoshoebroto (2005) viskositas bitumen pada asbuton adalah 15,4 Pa.s. Sedangkan menurut Hupka (1984) bitumen dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelas berdasarkan viskositasnya.

Tabel 2.7. Klasifikasi bitumen berdasarkan viskositas

Kelas	Karakter Bitumen	Viskositas Bitumen pada 50°C (Pa.s)	Proses
I	<i>Light</i>	<1,5	Tidak membutuhkan <i>diluent</i>
II	<i>Moderate</i>	0,5-10 ²	Penambahan <i>diluent</i> secara <i>optional</i>
III	<i>Heavy</i>	10 ² -10 ⁸	Perlu penambahan <i>diluent</i>
IV	<i>Very heavy</i>	>10 ⁸	Bitumen tidak dapat menggunakan <i>Hot Water Process</i> untuk pemisahan

Berdasarkan klasifikasi tersebut maka penambahan diluent dibutuhkan untuk pemisahan bitumen dari Asbuton. *Diluent* adalah bahan yang digunakan sebagai penurun viskositas. Salah satu parameter penting pada pemilihan *diluent* yaitu viskositas dari *diluent* tersebut. Solar memiliki viskositas rendah sebesar 2×10^{-3} - 5×10^{-3} Pa.s, sehingga dipilih sebagai diluent. Solar merupakan bahan bakar berwarna kuning kecoklatan yang jernih. Pada distilasi bertingkat, minyak bumi memiliki titik didih antara 250 °C dan 300 °C dengan rantai karbon dari C₁₄ sampai C₁₈. Kualitas solar

umumnya dinyatakan dengan bilangan *cetana* yaitu tolak ukur kemudahan menyala atau terbakarnya suatu bahan bakar di dalam mesin diesel (Fery Hariyanto, 2013).

Berdasarkan data dari Pertamina (2008) berikut adalah karakteristik solar :

Tabel 2.8 Karakteristik Solar

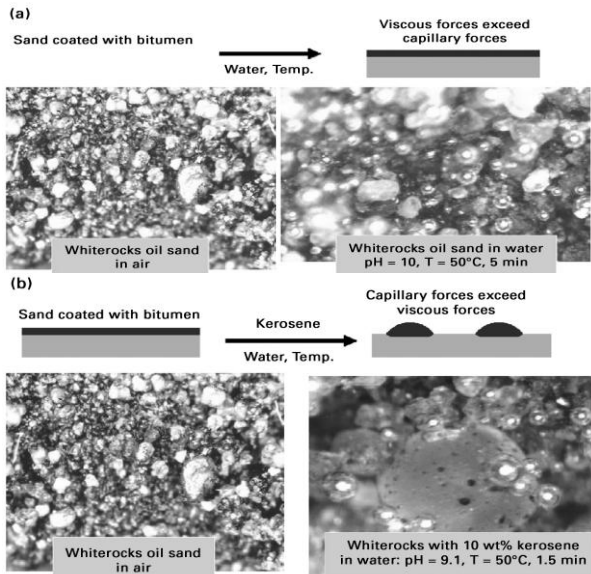
No	Karakteristik	Satuan	Batasan	
			Min	Max
1	Bilangan Cetana		45	48
2	Berat Jenis	kg/m ³	815	870
3	Viskositas (suhu 40 °C)	Pa.s	2x10 ⁻³	5x10 ⁻³
4	Kandungan sulfur	%m/m		0.35
5	Titik nyala	°C	60	
6	Titik tuang	°C		18
7	Kandungan air	mg/kg		500
8	Residu karbon	%m/m		0.1
9	Kandungan abu	%v/v		0.01

Manfaat solar yaitu digunakan sebagai bahan bakar untuk mesin diesel, bahan baku pembuatan bensin melalui proses *cracking*, pembuatan minyak oplosan untuk bahan bakar kapal dengan cara dicampur dengan kerosin dan sebagai pelarut aspal keras (aspal minyak) sehingga menghasilkan aspal cair SC (*Slow Curing*) yang memiliki viskositas tinggi dan lebih kuat ikatannya sehingga dapat digunakan pada jalan yang memiliki lalu lintas tinggi dan kondisi cuaca yang panas. Solar memiliki nilai yang lebih ekonomis dan mudah diperoleh daripada kerosin sehingga juga dapat digunakan sebagai pelarut aspal.

Perilaku penambahan solar dalam proses pemisahan ini bisa didekati dengan fenomena penambahan kerosene pada suhu tertentu dan pH tertentu pada Gambar 2.12. Gambar kiri di kedua (a) dan (b) adalah sama dan mewakili sampel *White Rocks oil sand* di udara. Gambar kanan pada (a) dan (b) adalah sampel *White Rocks oil sands* tenggelam dalam fase air. Pelarut kimia dan suhu yang ditentukan dalam foto tersebut. Sampel dalam (a) adalah

bahan baku *Whiterocks oils sand*, sedangkan sampel (b) diencerkan dengan minyak tanah sebelum tenggelam ke dalam fase air.

Percobaan sederhana dilakukan dan diilustrasikan oleh gambar pada Gambar.2.12 menunjukkan pentingnya pengurangan viskositas aspal untuk keberhasilan pengolahan pasir minyak. Hal ini juga memberikan petunjuk penting mengapa pretreatment pasir minyak dengan pelarut seperti minyak tanah merupakan syarat dalam pasir minyak teknologi pengolahan air berbasis dikembangkan untuk pasir minyak AS (J. Drelich,2008). Hal ini juga menunjukkan pentingnya penambahan solar pada percobaan ini



Gambar 2.12 Foto-foto *oil sands*: (a) perilaku aspal kental dalam air dan (b) perilaku aspal viskositas rendah (aspal diencerkan dengan kerosin) di dalam air (J Drelich,2008)

2.4 *Natrium Hidroksida* (NaOH)

Natrium Hidroksida (NaOH) yang sering juga disebut soda kaustik merupakan senyawa anorganik yang tergolong dalam basa (alkali) kuat. NaOH ditemukan dalam fase padat pada suhu kamar

(25°C) dengan berbagai macam bentuk seperti butiran, kepingan, ataupun granulat berwarna putih. NaOH larut dalam berbagai pelarut polar seperti air, etanol dan metanol. Dalam proses pemisahan bitumen, *Natrium Hidroksida* (NaOH) berfungsi sebagai *sealing agent* bitumen agar tidak terikat kembali dengan mineral.

Tabel 2.9 Karakteristik *Natrium Hidroksida*

No	Karakteristik	Satuan	Nilai
1	Rumus Molekul		NaOH
2	Wujud		Solid berwarna putih
3	Berat molekul	g/mol	40
4	pH (Larutan 1% wt)		13 -14
5	Titik didih	°C	1388
6	Titik Leleh	°C	318
7	<i>Specific Gravity</i>	g/cm ³	2.13
8	Kelarutan dalam air (20°C)	g/100 mL	109
9	Kelarutan dalam etanol	g/L	139

NaOH sendiri merupakan bahan baku pembuatan surfaktan jenis anionik sehingga memiliki sifat sama seperti surfaktan yaitu sebagai *wetting agent* (agen pembasah). *Wetting agent* adalah salah satu jenis bahan tambahan yang berfungsi sebagai zat pendispersi dan mengurangi tegangan permukaan cairan, dimana terjadi pencampuran partikel padat ke dalam zat pembawa yaitu pembasahan partikel padat untuk mendapatkan dispersi yang stabil. Pembasahan (*wetting* partikel padat) adalah pengusiran udara pada permukaan partikel oleh cairan. Proses pembasahan melibatkan *surface dan interfaces*.

Pada proses pembasahan terjadi :

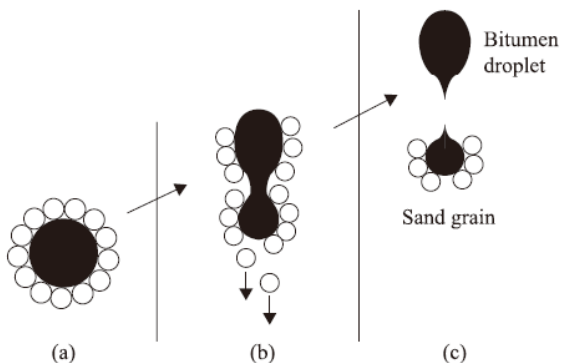
- Penurunan tegangan permukaan cairan
- Penurunan tegangan interfasial cairan atau zat padat

Penambahan NaOH ke dalam air berfungsi seperti halnya surfaktan yaitu menurunkan tegangan permukaan air. Selain itu, penggunaan NaOH dalam pemisahan bitumen dari Asbuton juga berperan sebagai *chemical additives* yang membantu peran solar dan pengadukan (*mechanical force*) dalam pemisahan dan pengangkatan bitumen ke lapisan paling atas (Suryani, 2011).

Zhibing et al (2014) menjelaskan mekanisme larutan alkali mengekstrak bitumen dalam *oil sand* dapat dijelaskan sebagai berikut : Senyawa *alkaline* dalam proses ekstraksi (sebagai contoh *sodium karbonat*) bereaksi dengan *naphthenic acid*, *aliphatic acid* atau larutan asam yang lain untuk membentuk surfaktan (misalnya *sodium aliphate*), sesuai dengan persamaan reaksi :



Surfaktan anionik jenis ini dapat menurunkan tegangan permukaan dan viskositas dari bitumen dan dapat meningkatkan pemisahan bitumen dari mineral. Dai,et al (1996) telah menjelaskan mekanisme pada *Recovery* bitumen dari *oil sand* pada gambar 2.13. Proses mengalami tiga tahap, yaitu: (a) Tetesan bitumen ditutupi dengan partikel pasir. (b) Ketika NaOH ditambahkan, minyak / air tegangan antar muka berkurang dan partikel pasir geser ke bawah dan terlepas dari tetesan aspal. (c) Tetesan bitumen kemudian mengambang dalam larutan.



Gambar 2.13 Mekanisme bitumen *Recovery* dari *oil sand*

2.5 Metode Pemisahan Bitumen

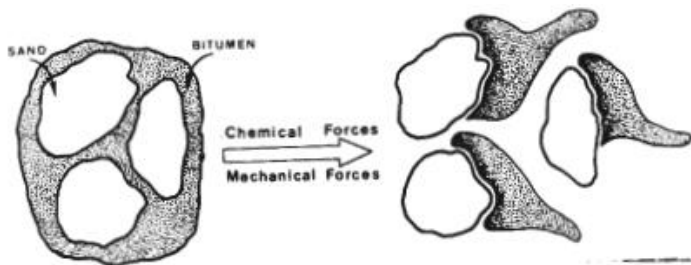
Teknologi pemisahan bitumen bisa dilakukan dengan beberapa cara, diantaranya dengan metode ekstraksi dengan pelarut organik, pemisahan dengan media air panas (*hot water*).

2.5.1. Metode Ekstraksi dengan Pelarut Organik

Dalam proses ini, pelarut yang digunakan adalah pelarut organik seperti *n-hexane*, pertasol dan kerosin. Asbuton dalam bentuk bongkahan besar di perkecil ukurannya dengan menggunakan *jaw crusher* dan *hammer mill*. Bahan dasar asbuton yang ukurannya sudah kecil di ekstraksi menggunakan bahan pelarut tertentu sehingga bitumen terpisah dari mineral yang melingkupinya. Hasil ekstraksi dipisahkan dengan menggunakan *centrifuge* untuk memisahkan antara padatan dengan cairan yang mengandung aspal. Kemudian cairan yang masih mengandung bitumen tersebut di distilasi atau di vaporasi, sehingga pelarut organik menguap dan yang tersisa adalah bitumen yang disebut bitumen murni. Pelarut organik memiliki titik didih yang relatif rendah, sehingga lebih mudah untuk dipisahkan dan pelarut bisa digunakan kembali dalam ekstraksi. Hal ini dapat meminimalisasi biaya produksi.

2.5.2 Hot Water Process

Proses ini menggunakan *hot water* untuk mendapatkan *Recovery* bitumen dari tar sands. Hot water dapat menurunkan viskositas bitumen dan membantu pelepasan bitumen dari *sand* saat terjadinya *high-shear force* yang diakibatkan oleh adanya pengadukan dan penambahan bahan kimia di dalam digester. (Kumar, 1995)



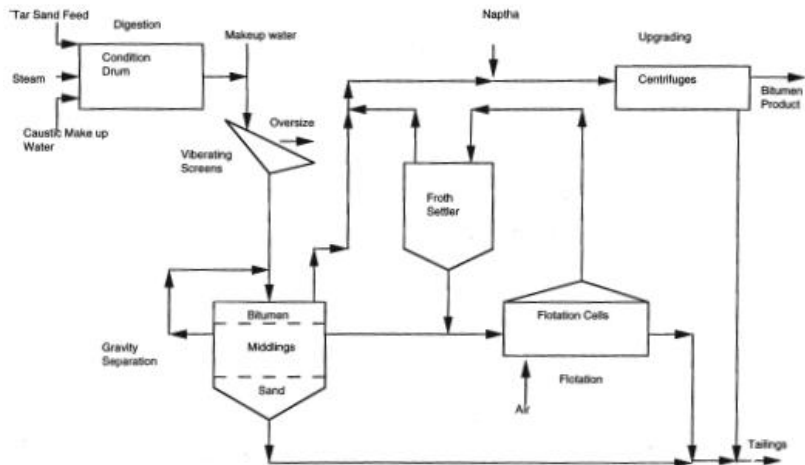
Gambar 2.14 Phase Pelepasan Bitumen

Teknologi pemisahan bitumen dengan *hot water* terhadap batuan *Athabasca* dikembangkan oleh Dr. Karl Clark pada tahun 1920-an dan dikenal sebagai “*Clark hot water process*”.

2.5.3 *Hot Water Process pada Athabasca Tar Sands*

Ciri utama dari *Athabasca tar sands* adalah partikelnya penyusunnya, terdapat lapisan air, sehingga pemisahan bitumen pada *Athabasca tar sands* relatif lebih mudah dibandingkan dengan *Utah Tar Sands*. Bitumen pada *Athabasca Tar Sands*, dapat diperoleh hanya dengan menggunakan *digester* berupa *rotary drum*.

Dilihat pada flowsheet, gambar 2.15, bahan baku dicampur dengan *hot water*, *caustic* (*sodium hydroxide*), dan *sodium carbonate* untuk membentuk pulp 60-85% solids pada temperatur 82-93°C di dalam sebuah *Rotating Digestion Drum*. Pada langkah ini, fase pelepasan bitumen dari tar sands terjadi karena adanya penggabungan aksi dari putaran drum, reaksi *caustic soda* dan *sodium carbonate* dengan bitumen, serta masuknya steam di dalam drum. Sistem pH dijaga antara 8,0 – 8,5 dengan penambahan alkali.



Gambar 2.15 Canadian Hot Water Process

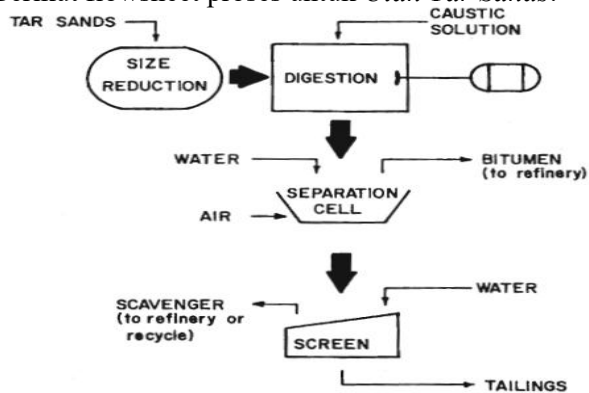
2.5.4. Hot Water Process untuk Utah Tar Sands

Hot water process Athabasca tar sands tidak dapat diaplikasikan langsung pada *Utah tar sands* karena adanya perbedaan sifat fisik dan kimia dari *tar sand*. Pada *Utah tar sands*, butiran pasirnya diselimuti oleh lapisan bitumen. Hal ini bertolak belakang dengan *Athabasca tar sands*, dimana pasirnya lebih mudah dipisahkan dari lapisan bitumen karena adanya lapisan air yang mengelilingi setiap partikel pasir. Akibatnya, fase pelepasan pada *Utah tar sands* tidak mudah. Tidak adanya lapisan air dan adanya ikatan yang kuat antara pasir dan bitumen, menyatakan bahwa membutuhkan bahan tambahan (*agent penetrating*) untuk memudahkan fase pelepasan bitumen. *Desain Hot water process* pada *Utah tar sands* memerlukan *high temperature alkaline digestion* dalam mendapatkan *high shear force* dengan penambahan *penetrating agent* seperti kerosin sebelum masuk ke dalam *digester* yang berfungsi untuk memecahkan ikatan antara bitumen dan solids. *Penetrating agent* juga berfungsi untuk menurunkan viskositas dan menaikkan perolehan bitumen dari *tar sands* (Kumar, 1995)



Gambar 2.16 Skema perbedaan gaya mekanik yang dikenakan pada bitumen dengan kadar tinggi dan rendah

Berikut flowsheet proses untuk *Utah Tar Sands*:



Gambar 2.17 *Hot Water Process* untuk *Utah Sands* pada tahun 1978

2.5.5 Proses *Hot Water* untuk Asbuton dalam Tangki Berpengaduk

Proses *hot water* ini dilakukan dalam sebuah tangki berpengaduk berbentuk tangki silinder dengan kapasitas 1500 cm³ terbuat dari stainless-steel, yang dilengkapi dengan pengaduk *disc turbin*. Tangki pemisah dilengkapi dengan 4 buah baffle. Proses pemisahan dilakukan dengan cara mengisi tangki pemisah dengan 300 gram asbuton yang ditambah *solar* sesuai variabel % berat *solar* terhadap massa campuran asbuton-*solar* dan yang diaduk dengan kecepatan 250 rpm pada suhu 90°C selama 30 menit. Kemudian ditambahkan larutan surfaktan SLS-NaOH bersuhu 90°C sesuai variabel % berat terhadap massa campuran asbuton, *solar* serta larutan SLS-NaOH. Selanjutnya dilakukan proses pemisahan selama 30 menit dengan suhu pemanas 90°C dan kecepatan putar pengaduk 1500 rpm. Setelah proses pemanasan selesai, larutan dipindahkan ke dalam *beaker glass* dan ditambahkan air panas hingga volume 500 mL. Dari proses ini akan terbentuk 3 lapisan yaitu lapisan paling atas terdiri dari bitumen-*solar*, kemudian lapisan tengah terdiri dari air, surfaktan, dan mineral yang terlarut dalam air, dan lapisan paling bawah terdiri dari padatan asbuton yang tidak terekstrak, mineral yang terendapkan, dan sedikit air. Lapisan paling atas dipisahkan dan dianalisis konsentrasi bitumennya dengan mengukur densitasnya. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui persen (%) *Recovery* dari proses pemisahan.

2.6 *Mixing* dan Agitasi

Beberapa kondisi operasi kimia bergantung pada efektifitas *mixing* dan agitasi. *Mixing* secara luas digunakan di industri yang produktif dalam proses perubahan fisik dan kimia. Beberapa tujuan dari proses agitasi antara lain sebagai berikut :

- a) Mencampur dua cairan yang saling tidak larut seperti etil alkohol dan air.
- b) Melarutkan padatan dan cairan seperti melarutkan garam di air.

- c) Untuk meningkatkan perpindahan panas antara cairan dengan koil atau jaket di dinding bejana.
- d) Mendispersikan gas dalam liquid dalam bentuk *bubbles* seperti oksigen dari udara di dalam suspensi mikroorganisme untuk fermentasi atau untuk mengaktifkan *sludge* dalam proses pengolahan air.

2.7 Penelitian – Penelitian Bitumen yang Sudah Dilakukan

Berikut adalah beberapa penelitian yang berkaitan proses pengolahan asbuton dan *tar sands*

Tabel 2.10 Penelitian – Penelitian Bitumen yang Sudah Dilakukan

No.	Penulis	Percobaan	Hasil
1.	Clark, 1920	Pemisahan bitumen menggunakan <i>hot water</i> terhadap <i>Athabasca tar sands</i>	. Proses yang ditemukan ini dikenal sebagai “ <i>Clark hot water process</i> ”. Pemisahan bitumen dari tar sand menggunakan air dan pengadukan mekanis.
2.	Sepulveda, dkk,1979	pemisahan bitumen dari <i>Utah Tar Sands</i> menggunakan <i>hot water</i> .	Bitumen diperoleh dari <i>utah tar sands</i> dengan cara <i>digestion</i> dan <i>flotation</i> .
3.	Nielsen, dkk,1994	Mempelajari pengaruh temperatur dan tekanan pada	Hasilnya menunjukkan bahwa ukuran partikel

		<p>distribusi ukuran partikel <i>asphalten</i> dalam minyak mentah yang dilarutkan dengan n-pentana. Penelitian dilakukan pada suhu 0 – 150 °C dan tekanan 0 – 6,5 MPa.</p>	<p><i>asphalten</i> bertambah dengan naiknya tekanan dan berkurang dengan naiknya suhu.</p>
4.	Kumar,1995	<p>membuat usulan baru <i>flowsheet</i> untuk ekstraksi bitumen dengan <i>hot water</i> pada <i>Utah Tar Sands</i>. menggunakan <i>hot water</i> untuk mendapatkan <i>Recovery</i> bitumen dari <i>tar sands</i>.</p>	<p><i>Hot water</i> dapat menurunkan viskositas bitumen dan membantu pelepasan bitumen dari <i>sand</i> saat terjadinya <i>high-shear force</i> yang diakibatkan oleh adanya pengadukan dan penambahan bahan kimia di dalam <i>digester</i></p>
5.	Suprpto dan Murachman ,1998	<p>mempelajari tentang studi perpindahan massa aspal dari asbuton dengan menggunakan 3 macam pelarut,</p>	<p>Normal Hexan mampu mengambil aspal sebanyak 15,64 % dari batuan semulanya. Pertasol dapat</p>

		yaitu n-Heksan, Pertasol, <i>Trichloroethylene</i> (TCE).	mangambil aspal sebanyak 17,83 % dari batuan semulanya atau 84,39 % dari aspal awalnya. <i>Trichloroethylene</i> (TCE) mengambil aspal dari batumannya, yaitu sebesar 20,75 % dari batuan awalnya atau 98,11% dari aspal awalnya.
6.	Dwinurwulan dan Diana,2009	Ekstraksi asbuton dengan menggunakan pelarut kerosin yang dicampurkan ke dalam asbuton dalam tangki <i>leaching</i> .	Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa konsentrasi bitumen dalam kerosin dan <i>yield</i> mengalami kenaikan untuk ukuran partikel dari -8+18 mesh ke -18+20 mesh, akan tetapi turun untuk ukuran partikel dari -18+20 mesh ke -20+30 mesh.
7.	Qomary dan Dewi,2012	Pemisahan bitumen dari asbuton dengan metode <i>hot</i>	Terbentuk 3 lapisan yaitu lapisan paling

		<p><i>water</i> proses. Proses ekstraksi dilakukan dalam sebuah tangki berpengaduk. larutan NaOH</p>	<p>atas terdiri dari larutan bitumen (kerosin dan bitumen), lapisan tengah terdiri dari air dan mineral murni yang terpisah, dan lapisan paling bawah terdiri dari padatan asbuton yang tidak terekstrak, kerosin, dan sedikit air. Dari hasil eksperimen diperoleh kesimpulan bahwa semakin besar ratio asbuton dan larutan NaOH maka perolehan <i>yield</i> semakin meningkat.</p>
8.	Shidiq dan Ramadhani,2013	<p>Pemisahan bitumen dari asbuton dengan menggunakan air panas (<i>hot water</i>) dan penambahan <i>surfaktan (fatty acyd)</i> dengan</p>	<p>Persen recovery yang diperoleh yaitu 80,80 % dengan perbandingan asbuton dan kerosin yaitu 50% : 50%.</p>

		kerosin sebagai pelarut.	
9.	Rohman dan Syukra, 2014	Pemisahan bitumen dari Asbuton dalam media air panas dengan penambahan solar sebagai <i>penetrating agent</i> dan <i>chemical additives</i> berupa NaOH dalam media air panas.	Persen <i>Recovery</i> yang diperoleh 85,33 % dengan perbandingan solar asbuton 50% : 50%.
10.	Abid dan Wahyudi, 2014	Pemisahan bitumen dari Asbuton dalam media air panas dengan penambahan solar sebagai <i>penetrating agent</i> dan <i>chemical additives</i> surfaktan Wetrol 124 serta NaOH dalam media air panas.	Persen <i>Recovery</i> yang diperoleh 89,17 % dengan perbandingan solar asbuton 60% : 40%.
11.	Yuda dan Septiawan, 2015	melakukan studi pemisahan bitumen dari Asbuton dalam media air panas dengan penambahan solar sebagai <i>penetrating agent</i> dan <i>chemical additives</i> yang berupa surfaktan SLS serta NaOH	Persen <i>Recovery</i> yang diperoleh 86,29 % dengan perbandingan solar asbuton 60% : 40%, konsentrasi surfaktan SLS 0,05%, dan konsentrasi NaOH 0,05%.

		dalam media air panas.	
12.	Ahmed,2015	melakukan studi pemisahan pemisahan bitumen dari Asbuton dalam media air panas dengan penambahan solar sebagai <i>penetrating agent</i> dan <i>chemical additives</i> yang berupa surfaktan SLS serta NaOH dalam media air panas.	Persen <i>Recovery</i> yang diperoleh 92 % dengan perbandingan solar asbuton 60% : 40%, konsentrasi surfaktan SLS 0,5%, dan konsentrasi NaOH 1%.

(HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Garis Besar Penelitian

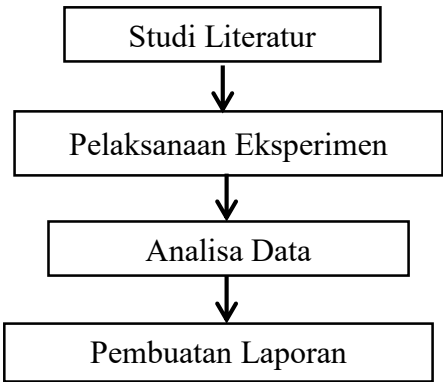
Secara garis besar pelaksanaan proses pemisahan bitumen dari Asbuton dilakukan secara eksperimen di Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa, Teknik Kimia, ITS. Bahan baku yang digunakan adalah Asbuton dari Kabungka, Sulawesi Tenggara. Dalam penelitian ini dilakukan proses pemisahan bitumen dari Asbuton, dimana Asbuton sebagai bahan baku yang mengandung bitumen akan dipisahkan menggunakan solar sebagai *penetrating agent* dan penambahan larutan surfaktan anionik dengan media air panas.

Untuk memperoleh hasil yang sesuai dengan tujuan penelitian maka dilakukan empat tahapan penelitian yaitu studi literatur, eksperimen, analisa data dan penulisan laporan. Studi literatur yang dilakukan adalah untuk mempelajari peranan surfaktan terhadap pemisahan bitumen dengan menurunkan *surface tension*. Tahapan eksperimen pada penelitian ini dibagi menjadi empat tahapan proses, yaitu *pre-treatment*, *pre-mixing*, *digesting process*, dan pengendapan. Pada tahap *pre-treatment* dilakukan proses *size reduction* dari bahan baku, hal tersebut bertujuan agar bahan baku memiliki ukuran yang seragam sehingga pada proses pemisahan akan lebih mudah dilakukan. Proses selanjutnya adalah *pre-mixing* yang bertujuan untuk menentukan jumlah bahan baku yang digunakan pada penelitian dengan cara penimbangan. *Digesting process* bertujuan untuk melarutkan asbuton dengan solar sebagai *penetrating agent* sehingga memudahkan proses pemisahan bitumen. Proses terakhir dari tahapan eksperimen adalah pengendapan dimana proses ini bertujuan untuk memisah antara campuran bitumen-solar dengan mineral.

Tahapan penelitian yang selanjutnya ialah dilakukan analisis data yaitu meliputi analisis kadar bitumen dan % *Recovery*.

Kemudian hasil penelitian ini akan dilanjutkan dengan penulisan laporan.

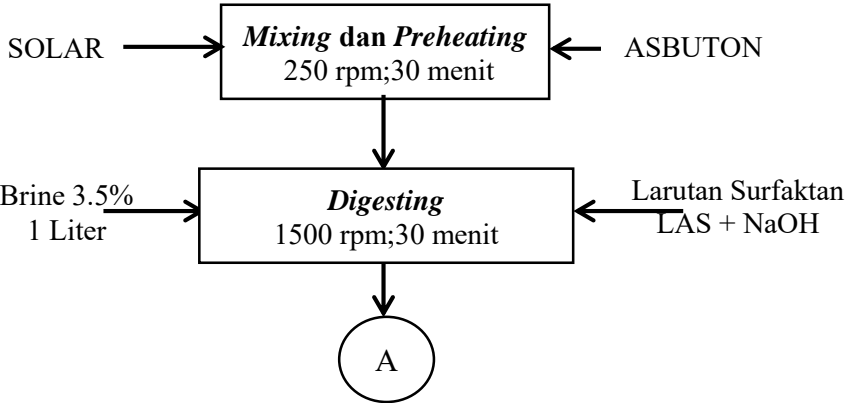
Berikut ini tahapan-tahapan pelaksanaan penelitian ini :

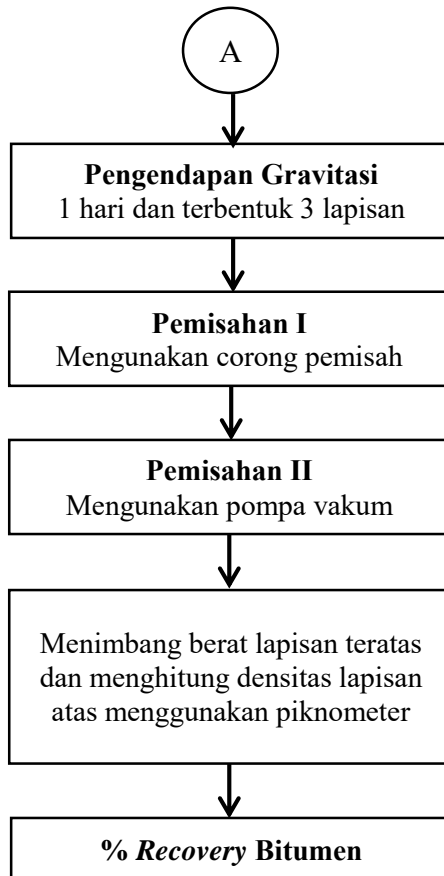


Gambar 3.1 Langkah-langkah Penelitian

3.2 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dilaksanakan sesuai tahapan-tahapan berikut ini :





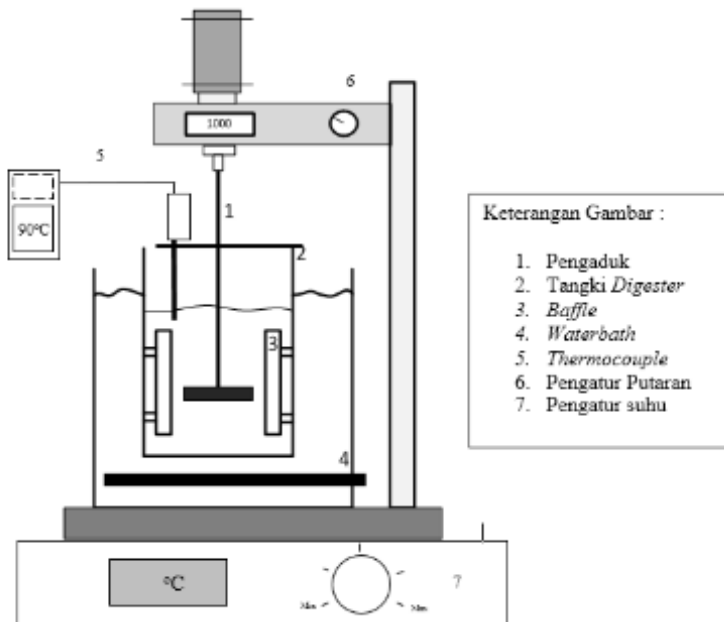
Gambar 3.2 *Flowchart* Proses Digesting dan Analisis Data

3.2.1 Tahap Pre-Treatment

Tujuan dari persiapan bahan baku ini adalah untuk menyeragamkan diameter partikel Asbuton dengan cara memperkecil ukuranya menggunakan *crusher/hammer* kemudian diayak dengan ayakan 20 dan 40 mesh.

3.2.2 Tahap Pemisahan Bitumen dari Asbuton

Proses pelarutan bitumen aspal dilakukan didalam suatu tangki *digester* dengan diameter 10,8 cm dan tinggi 20 cm, pada tangki juga dipasang *baffle* untuk mengurangi terjadinya *vortex* didalam tangki tersebut dipasang *thermocouple* sebagai alat pembaca temperatur. Tangki *digester* ini dilengkapi dengan *impeller* jenis *disk turbine* untuk proses pencampuran dimana putaran *impeller* tersebut diatur menggunakan pengatur putaran. Pada bagian luar tangki terdapat *waterbath* yang dilengkapi dengan pengatur temperatur berfungsi sebagai media pemanas.



Gambar 3.3 Tangki *Digester*

Proses pemisahan bitumen dari batuan asbuton digunakan bantuan air panas, dengan adanya air panas diharapkan bitumen yang terdapat pada batuan asbuton semakin mudah terlarut. Pada

percobaan ini digunakan solar sebagai *penetrating agent*. Surfaktan anionik ditambahkan untuk menurunkan tegangan permukaan, sehingga efek pembasahan (*wetting*) dapat terjadi dan membuat bitumen mudah terlarut dalam solar. Selain itu juga ditambah NaOH yang berfungsi sebagai *sealing agent*, yang berfungsi sebagai *seal* agar lapisan lumpur tidak bercampur kembali dengan lapisan bitumen-solar.

Pre-mixing bitumen dimulai dengan menimbang massa asbuton dan solar yang diperlukan dengan perbandingan persen massa antara asbuton terhadap solar sesuai dengan variabel. Langkah selanjutnya asbuton dan solar yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam tangki *digester*. Campuran asbuton dan solar diaduk pada 250 rpm, dengan temperatur sesuai variabel selama 30 menit. Lalu membuat larutan surfaktan anionik-NaOH dengan konsentrasi tertentu dan memanaskan larutan surfaktan tersebut hingga mencapai temperatur sesuai variabel. Kemudian *Digesting process* dimulai dengan penambahan surfaktan ke dalam campuran asbuton-solar yang sebelumnya sudah diaduk pelan (250 rpm). *Digesting process* ini dilakukan dengan pengadukan pada kecepatan 1500 rpm selama 30 menit. Setelah *digesting process*, campuran tersebut dipindahkan ke dalam *beaker glass* kemudian ditambahkan larutan garam dengan konsentrasi 3.5% bersuhu kamar sebanyak 1 Liter dan campuran tersebut dibiarkan memisah secara gravitasi selama 24 jam. Lapisan atas yang berupa campuran bitumen-solar dipisahkan menggunakan corong pemisah kemudian memisahkan mineral yang terikut dengan menggunakan pompa vakum. Bitumen yang telah terpisah kemudian dianalisis berat dan densitasnya untuk mengetahui % *recovery* bitumennya. Kemudian langkah selanjutnya ialah mengulang sesuai prosedur untuk setiap variabel penelitian.

3.2.3 Tahap Analisis Kadar Bitumen

Tujuan dari tahap ini adalah untuk mengetahui kondisi yang paling optimal pada pemisahan bitumen dari asbuton yang dihasilkan meliputi analisis kadar bitumen awal dan analisis kadar bitumen dari hasil penelitian sehingga dapat diperoleh % *Recovery*.

a. Analisis Kadar Bitumen Awal

Pertama, kadar bitumen dalam batuan dianalisis melalui metode ekstraksi menggunakan soklet. Langkah pertama yaitu menghilangkan kadar air dalam batuan asbuton dalam oven pada suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$. Kemudian menimbang massa asbuton awal, dan selanjutnya dilakukan ekstraksi menggunakan soklet hingga pelarut dalam soklet jernih kembali. Pelarut yang digunakan adalah TCE (*Trichloroethylene*) karena merupakan pelarut yang baik untuk senyawa organik (bitumen) sesuai SNI 03-3640-1994 (BALITBANG-DINAS PU). Kemudian dihitung massa mineral yang masih tertinggal.

$$\text{Kadar Bitumen Awal} = \frac{\text{Massa Asbuton} - \text{Massa Mineral}}{\text{Massa Asbuton}} \times 100\%$$

b. Membuat Kurva Kalibrasi $1/\rho$ vs. % Konsentrasi Bitumen dalam Solar

Tahap berikutnya adalah membuat kurva kalibrasi $1/\rho$ vs. % konsentrasi bitumen dalam solar. Tahap ini dilakukan dengan cara melarutkan bitumen murni ke dalam solar mulai konsentrasi 50%, 45%, 40%, 35%, 30%, 25%, 20%, 15%, 10%, 5%, dan 0%. Kemudian densitas dari masing-masing campuran diukur dan diplotkan antara $1/\rho$ terhadap % konsentrasi bitumen dalam campuran.

c. Analisis Kadar Bitumen dari Hasil Penelitian

Pada tahap analisis kadar bitumen hasil penelitian harus dilakukan dua pengukuran, pengukuran berat lapisan atas yang berupa lapisan bitumen-solar dan pengukuran densitas lapisan atas. Massa lapisan atas diukur massanya menggunakan neraca analitik dan densitasnya diukur menggunakan piknometer yang sebelumnya sudah diketahui volumenya. Menggunakan bantuan kurva kalibrasi dapat menentukan % konsentrasi bitumen larutan hasil percobaan dengan cara mem-plot nilai ρ yang

diperoleh dari hasil eksperimen pada kurva kalibrasi $1/\rho$ vs konsentrasi bitumen dalam solar.

Massa bitumen terpisah = Massa Lapisan Atas x % Konsentrasi Bitumen

3.2.4 Analisis Data

Analisis yang akan dilakukan adalah analisis untuk mengetahui % *recovery* bitumen yang diperoleh. % *recovery* didefinisikan sebagai perbandingan antara jumlah bitumen yang terpisah pada akhir proses pemisahan terhadap jumlah bitumen awal yang terkandung dalam asbuton.

$$\% \text{Recovery Bitumen} = \frac{\text{Massa Bitumen Terpisah}}{\text{Massa Bitumen Awal}} \times 100\%$$

3.3 Bahan Yang Digunakan

1. Asbuton Kabungka
2. Air panas (*hot water*)
3. Surfaktan *Linear Alkylbenzene Sulphonate* (LAS)
4. *Natrium Hidroksida* (NaOH)
5. Solar
6. *Trichloroethylene* (TCE)

3.4 Alat Yang Digunakan

3.4.1 Peralatan Proses Ekstraksi Bitumen menggunakan *Trichloroethylene*

1. Ekstraktor Soklet
2. Gelas ukur 10 ml
3. Kertas saring
4. *Erlenmeyer* 500 ml dan 1000 ml
5. Botol sampel
6. Spatula
7. *Stopwatch*
8. Termometer
9. Pompa

3.4.2 Peralatan Proses Pemasakan

1. Tangki pemasakan dan perlengkapannya
2. Ayakan 20 mesh ,40 mesh dan perlengkapannya
3. *Erlenmeyer* 500 ml
4. *Beaker glass* 1000 dan 2000 ml
5. Corong Pemisah
6. Neraca Analitik kapasitas 2 kg
7. Piknometer 10 ml
8. Termometer
9. Pompa Vakum

3.5 Variabel Penelitian

3.5.1 Kondisi yang ditetapkan

- | | |
|--|-----------------------|
| 1. Jenis <i>impeller</i> | = <i>disc turbine</i> |
| 2. Kecepatan putar pengaduk | = 1500 rpm |
| 3. Waktu Pengadukan | = 30 menit |
| 4. Rasio solar : solar-asbuton (R_s) | = 60% |
| 5. Kosentrasi larutan NaOH | = 1% berat |

3.5.2 Variabel Masukan

1. Konsentrasi Surfaktan LAS (%wt) = 0,5 , 1, 1,5 dan 2
2. Penambahan larutan Surfaktan – NaOH (R_{wa}) terhadap larutan total (%wt) = 25 ; 30 ; 35 ; 40
3. Temperatur Operasi ($^{\circ}\text{C}$) = 60 ; 70 ; 80 ; 90

3.5.3 Variabel Respon

Persen (%) *Recovery* bitumen:

$$\%Recovery \text{ Bitumen} = \frac{\text{Massa Bitumen Terpisah}}{\text{Massa Bitumen Awal}} \times 100\%$$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pemisahan bitumen dari asbuton menggunakan media air panas terdiri dari tiga tahapan proses, yakni proses *mixing* dan *preheating*, pemasakan (*digesting*) dan proses pemurnian bitumen. Menurut penelitian Miller (1991), proses *digesting* dianggap lebih menentukan besarnya % *Recovery* bitumen yang diperoleh, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai variabel-variabel yang mempengaruhinya. Asbuton merupakan aspal alam dengan viskositas sebesar 15.4 Pa.s (Siswoshoebroto, 2005), dengan viskositas bitumen pada asbuton antara 0.5-100 Pa.s sehingga dapat digolongkan dalam *Tar Sand* kelas III yang membutuhkan *diluent* untuk meningkatkan % *Recovery* bitumen (Hupka, 1984). *Diluent* yang ditambahkan untuk menurunkan viskositas dari asbuton sehingga membantu efektivitas dari proses *digesting* (Miller, 1991). Penambahan *diluent* solar berfungsi sebagai agen pelunak atau *penetrating agent* dan penurun viskositas bitumen. Solar dipilih karena densitasnya yang ringan yang menyebabkan bitumen yang terlarut pada solar berada pada lapisan paling atas dalam proses pengendapan akan terbentuknya tiga lapisan sehingga lebih mudah dipisahkan dan dianalisa. Selain itu solar merupakan pelarut non polar sehingga bitumen yang juga non polar akan larut dalam solar. Selain itu parameter penting untuk meningkatkan % *Recovery* bitumen adalah sifat permukaan. Modifikasi sifat permukaan dilakukan dengan penambahan surfaktan *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS) dan NaOH. Surfaktan LAS berfungsi sebagai *wetting agent* untuk menurunkan *interfacial tension* bitumen, surfaktan LAS dipilih karena memiliki nilai *Hidrophile Lipophile Balance* (HLB) yang kecil yaitu 11,7 dimana semakin kecil nilai HLB, surfaktan lebih bersifat hidrofob sehingga lebih baik mengikat bitumen. Kemudian penambahan NaOH menurut Dai (1996), berperan sebagai *sealing agent* yang berperan melapisi

bitumen-solar sehingga tidak berikatan kembali dengan mineral setelah terpisah.

Pada proses pertama, solar dan asbuton mengalami tahapan *mixing* dan *preheating* menggunakan pengadukan 250 rpm selama 30 menit dengan tujuan mencampur solar dan asbuton, sehingga asbuton dapat mengalami penurunan viskositas secara optimal, kemudian tahapan *digesting* dilakukan pada kecepatan pengadukan 1500 rpm selama 30 menit dengan tujuan mencampur solar-asbuton dengan surfaktan LAS dan NaOH sehingga pemisahan bitumen mendapat hasil yang optimal.

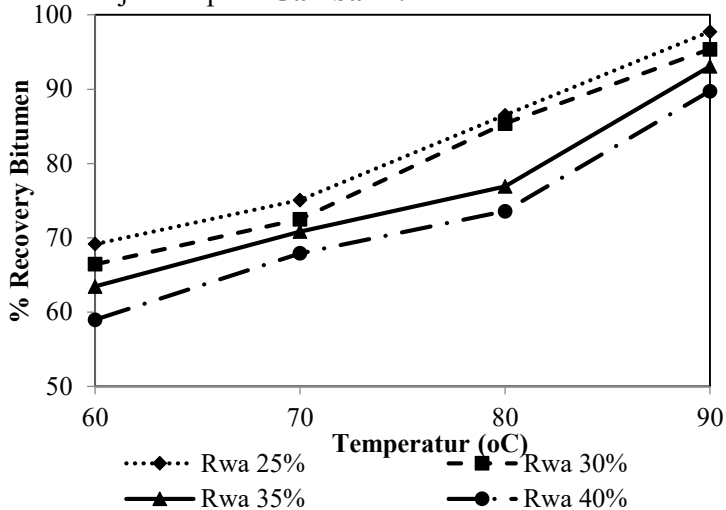
Kondisi yang ditetapkan pada penelitian ini adalah ukuran partikel asbuton yakni 20-40 mesh, jenis impeller *disc turbine*, kecepatan pengadukan, waktu pengadukan, rasio solar banding solar-asbuton sebesar 60%, konsentrasi larutan NaOH sebesar 1%. Ukuran asbuton dipilih tidak lebih dari 40 mesh agar partikel asbuton tidak terlalu halus sehingga dapat dipisahkan dari bitumen pada saat proses pengendapan. Sedangkan ukuran tersebut tidak lebih kecil dari 20 mesh agar pelepasan bitumen dari mineral dapat optimal. *Disc turbine* dipilih karena memiliki sudut sudu konstan, aliran pada arah radial dan tangensial menghasilkan turbulensi yang kuat sebagai *mechanical force* yang membantu pelepasan bitumen dari asbuton. Kecepatan pengadukan dipilih 1500 rpm karena pada asbuton yang memiliki bitumen dalam bentuk solid pemisahan bitumen yang terjadi cenderung didominasi oleh *mechanical forces* (Misra, 1982). Waktu pengadukan 30 menit merupakan waktu penetrasi agar diluent bekerja optimal dalam menurunkan viskositas. Rasio solar banding solar-asbuton sebesar 60% dipilih karena pada komposisi tersebut peranan solar sebagai *penetrating agent* mampu menurunkan viskositas bitumen secara optimal sehingga bitumen mudah lepas dari asbuton (Ahmed, 2015).

Variabel pada penelitian untuk pengembangan proses media air panas ini meliputi pengaruh temperatur, konsentrasi surfaktan *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS), penambahan larutan surfaktan-NaOH (R_{wa}) terhadap % *Recovery* bitumen. Kadar awal

bitumen sesuai SNI 03-3640-1994 diperoleh 21,145%. Berikut pembahasan pengaruh beberapa variabel terhadap % *Recovery* bitumen.

4.1 Pengaruh Temperatur terhadap Perolehan % *Recovery* Bitumen

Pengaruh temperatur terhadap perolehan % *Recovery* bitumen ditunjukkan pada **Gambar 4.1**



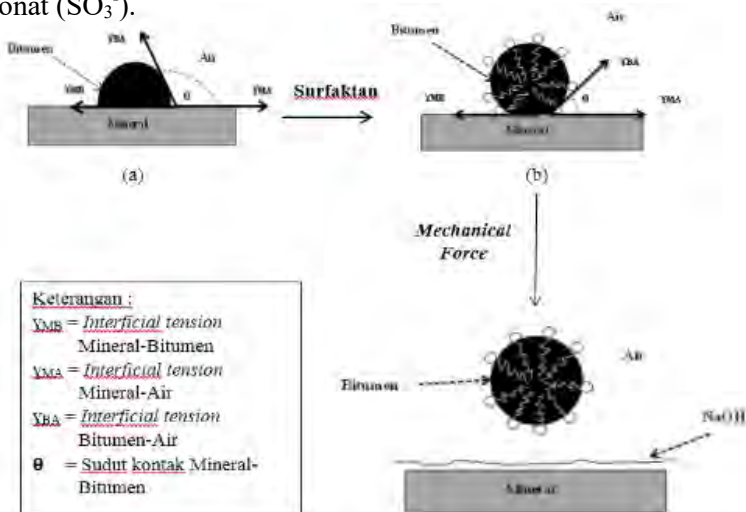
Gambar 4.1 Pengaruh temperatur terhadap % *Recovery* bitumen pada konsentrasi surfaktan LAS 1,5%, R_s 60% dan konsentrasi NaOH 1% dengan berbagai nilai R_{wa}

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur maka % *Recovery* bitumen yang diperoleh semakin tinggi. Hal tersebut disebabkan karena semakin tinggi temperatur yang digunakan pada media air panas maka viskositas semakin turun dan ukuran partikel semakin kecil oleh pemanasan sehingga kinerja surfaktan menjadi optimal, dengan proses pengadukan (*mechanical force*) menyebabkan bitumen lebih mudah terlepas dari minera (Miller,1991).

% *Recovery* bitumen tertinggi yang diperoleh dari penelitian ini sebesar 99,14% pada temperatur 90°C. Menurut Miller (1991) suhu 90°C hingga 95°C merupakan suhu optimum dari proses pemasakan air panas.

4.2 Pengaruh Konsentrasi Surfaktan LAS terhadap Perolehan % *Recovery* Bitumen

Surfaktan LAS yang terabsorb pada permukaan dan antar muka akan mengubah sifat permukaan sehingga mempengaruhi efisiensi pelepasan bitumen. Menurut Bahtiar (2015) Setelah kontak air dan bitumen, surfaktan LAS terabsorb pada permukaan bitumen-air sehingga menurunkan *interfacial tension* antara bitumen-air dengan mematahkan ikatan-ikatan hidrogen pada permukaan bitumen, hal tersebut karena surfaktan LAS memiliki gugus hidrofilik berupa rantai alkil dan hidrofobik berupa gugus sulfonat (SO_3^-).



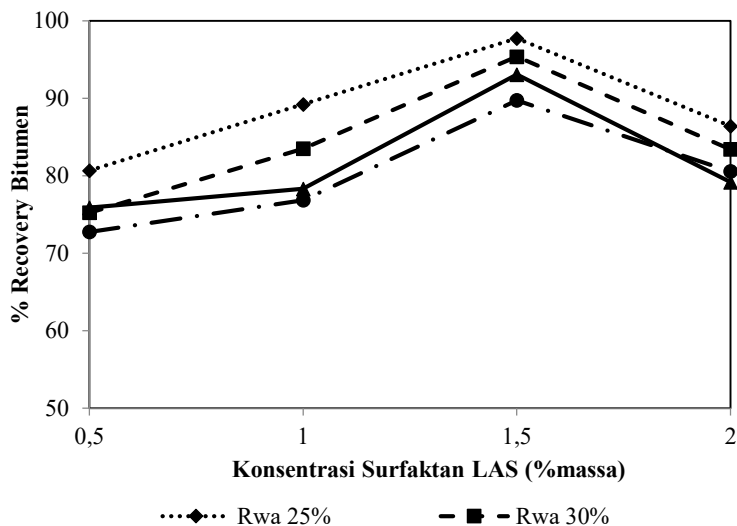
Gambar 4.2. (a) Kondisi awal bitumen setelah penambahan solar, (b) Kondisi bitumen setelah penambahan surfaktan, (c) Terbentuk droplet bitumen yang terlepas dari mineralnya dan NaOH sebagai *sealing agent*

Bitumen merupakan senyawa non-polar sehingga diikat gugus hidrofobik surfaktan dan gugus hidrofiliknya mengikat air ketika konsentrasi surfaktan LAS ditambahkan maka surfaktan LAS akan membentuk *micelle* dengan gugus hidrofobik yang mengikat mengelilingi bitumen pada bagian dalam(Liu,2011).

Mekanisme kerja solar, surfaktan dan NaOH dapat ditunjukkan pada **gambar 4.2**, dimana dengan bantuan dari solar, bitumen sebagian akan terlarut bersama solar karena selain sebagai penurun viskositas bitumen, solar memiliki sifat non-polar yang sama dengan bitumen sehingga sebagian bitumen dapat terlarut ke dalam solar. Kemudian penambahan surfaktan berperan untuk menurunkan *interfacial tension* bitumen-air sehingga bitumen dapat terlepas dari mineralnya dengan memperkecil sudut kontak antara bitumen dan mineral. Setelah itu, dengan bantuan *mechanical force* akan menyebabkan bitumen terlepas dari mineralnya hingga terbentuk droplet-droplet kecil bitumen kemudian NaOH yang berfungsi sebagai *sealing agent* akan menghalangi bitumen agar tidak berikatan kembali dengan mineral.

Menurut Liu dkk (2011), penambahan surfaktan LAS pada kondisi basa lebih efektif menurunkan sudut kontak antara bitumen dan mineral. Surfaktan LAS merupakan surfaktan anionik, pemilihan surfaktan anionik didasarkan pemisahan bitumen efektif pada kondisi basa ($\text{pH} > 10$) yang akan menyebabkan permukaan mineral terhidrolisis dan mengalami deprotonisasi oleh karena itu menjadi bermuatan negatif, hal ini dapat membantu pelepasan bitumen dengan meningkatkan kekuatan tolakan elektrostatis antara bitumen dan mineral (Bakhtiari,2015). Komponen – kompoen organik di dalam bitumen seperti asam naphatik dan asam alifatik bereaksi dengan senyawa alkali membentuk natural surfaktan yang bersifat anionik namun memiliki jumlah yang sedikit sehingga perlu ditambahkan surfaktan anionik yang sesuai dengan jenis natural surfaktan dalam bitumen (Zhibing,2014).

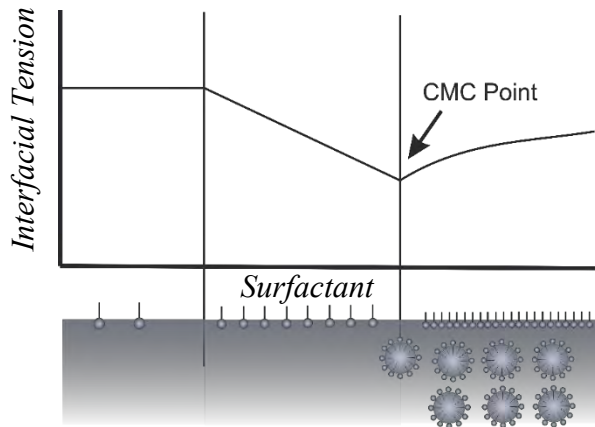
Pengaruh konsentrasi surfaktan LAS terhadap perolehan % *Recovery* bitumen ditunjukkan pada **Gambar 4.3**



Gambar 4.3 Pengaruh konsentrasi surfaktan LAS terhadap % *Recovery* bitumen pada R_s 60%, konsentrasi NaOH 1% dan temperatur 90 °C dengan berbagai nilai R_{wa}

Gambar 4.3 menunjukkan bahwa konsentrasi surfaktan LAS 1,5% merupakan konsentrasi terbaik untuk menghasilkan % *Recovery* bitumen tertinggi karena pada konsentrasi surfaktan LAS 1,5% lapisan bitumen-solar terpisahkan secara sempurna dari lapisan mineral. Sementara konsentrasi surfaktan LAS di bawah 1,5% belum mampu menurunkan *interfacial tension* antara bitumen-air secara optimal sehingga masih ada bitumen yang terikat pada lapisan mineral. Sedangkan pada konsentrasi surfaktan LAS di atas 1,5% mengalami penurunan % *Recovery* bitumen diakibatkan konsentrasi surfaktan LAS melewati titik CMC (*Critical Micelle Concentration*) nya seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 4.4**. Tegangan permukaan akan menurun hingga CMC tercapai dan setelah CMC tercapai, tegangan permukaan akan meningkat yang menunjukkan bahwa antar muka menjadi jenuh

karena terbentuk *micelle* yang berada dalam keseimbangan dinamis dengan monomernya (Genaro, 1990).



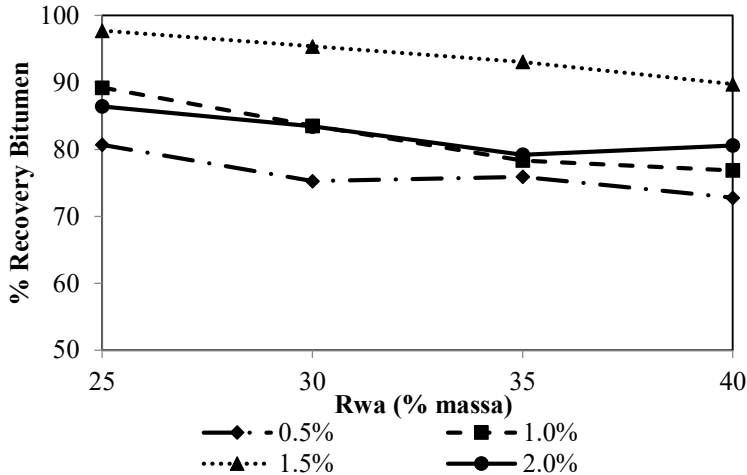
Gambar 4.4 Grafik pembentukan *micelle*

Titik *Critical Micelle Concentration* pada pemisahan bitumen dari *oil sand* sebesar 1.089 % sedangkan pada asbuton dengan surfaktan LAS sebesar 1.5 %. Perbedaan ini dimungkinkan sifat *oil sand* dan asbuton berbeda karakteristik, viskositas dan komposisi.

Dari penelitian mengenai pengaruh konsentarsi surfaktan LAS terhadap % *Recovery* bitumen didapatkan konsentrasi surfaktan LAS terbaik pada 1,5% massa yang mampu menghasilkan % *Recovery* bitumen sebesar 99,14%

4.3 Pengaruh Penambahan *Wetting Agent* (R_{wa}) terhadap perolehan % *recovery* bitumen

Pengaruh besar nilai R_{wa} terhadap perolehan % *Recovery* bitumen ditunjukkan pada **Gambar 4.5**

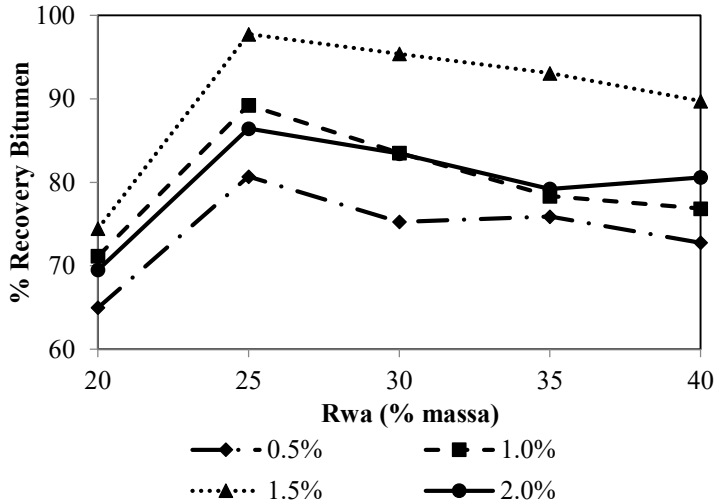


Gambar 4.5 Pengaruh penambahan surfaktan LAS dan NaOH (R_{wa}) terhadap % *recovery* bitumen pada R_s 60%, konsentrasi NaOH 1% dan temperatur 90 °C dengan berbagai nilai konsentrasi surfaktan LAS

Gambar 4.5 menunjukkan bahwa % *Recovery* bitumen cenderung menurun dengan meningkatnya nilai R_{wa} diatas 25%. Rasio larutan surfaktan LAS-NaOH: larutan total (R_{wa}) yang terlalu besar dapat menyebabkan terlalu eksisnya jumlah partikel dari surfaktan LAS dan NaOH sehingga meningkatkan hidrolisis mineral (keterbasahan) menyebabkan mineral bercampur dengan campuran bitumen-solar. Hal ini bisa menyebabkan dua hal, pertama mineral terikut bersama lapisan atas (bitumen-solar) dengan membentuk lapisan bitumen-solar-mineral yang homogen sehingga sulit dipisahkan, atau sebagian lapisan atas (solar-aspal) terikut bersama mineral di lapisan bawah (Hupka, 1984).

Dari penelitian mengenai variabel rasio larutan surfaktan LAS-NaOH : larutan total (R_{wa}) didapatkan bahwa % *Recovery* bitumen tertinggi, yakni sebesar 99,14% yang dihasilkan pada nilai R_{wa} 25%, temperatur 90°C dan konsentrasi surfaktan LAS 1,5%.

Penelitian lanjutan untuk mengetahui dampak turunnya penambahan surfaktan LAS dan NaOH (R_{wa}) terhadap % *Recovery* bitumen dilakukan untuk mengetahui titik tertinggi pengaruh R_{wa} .



Gambar 4.6 Kurva optimasi penambahan surfaktan LAS dan NaOH (R_{wa}) terhadap % *Recovery* bitumen pada R_s 60%, konsentrasi NaOH 1% dan temperatur 90 °C dengan berbagai nilai konsentrasi surfaktan LAS

Gambar 4.6 menunjukkan bahwa penambahan surfaktan LAS-NaOH (R_{wa}) 25% merupakan nilai R_{wa} terbaik untuk menghasilkan % *recovery* bitumen tertinggi. Hal ini dikarenakan pada R_{wa} 25% tercapai kondisi basa pada pH yang memberikan efek pembasahan bitumen dan kinerja surfaktan LAS optimal yaitu pada pH 11,25. Hal ini sesuai menurut Bakhtiari (2015) saat pH >10 maka sudut kontak menurun sehingga bitumen mudah terlepas dari mineralnya.

(HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN)

APPENDIKS A

CARA PERHITUNGAN

1. Perhitungan Kadar Bitumen Awal dalam Asbuton

Untuk menentukan kadar bitumen awal pada asbuton dilakukan berdasarkan SNI 03-3640 -1994 yaitu ekstraksi asbuton dengan pelarut TCE (*Trichloroethylene*) menggunakan alat soklet dilakukan pada suhu 90°C hingga pelarut yang ada di dalam tabung soklet jernih. Dilakukan sebanyak 2 kali percobaan.

Contoh perhitungan:

Asbuton kering	= 30,05 gr
TCE (<i>Trichloroethylene</i>)	= 300 ml
T operasi	= 90°C
Mineral kering	= 23,869 gr
Bitumen Terekstrak	= Berat Asbuton – Berat Mineral
Mineral	= 30,05 gr – 23,869 gr
	= 6,19 gr

$$\text{Kadar Bitumen} = \frac{\text{Berat Bitumen terekstrak}}{\text{Berat Asbuton}} \times 100\%$$

$$= \frac{6,19}{30,05} \times 100\% = 20,59\%$$

Analisa konsentrasi awal dilakukan sebanyak 2 kali (Tabel B.1), kemudian didapatkan kadar awal bitumen rata – rata sebesar 21,145%.

2. Pembuatan Larutan Surfaktan+NaOH (R_{wa})

- Penambahan larutan surfaktan 30 % dari berat total

$$\text{kebutuhan larutan surfaktan+NaOH} = \frac{30\%}{70\%} \times (\text{jumlah asbuton+solar}) \text{ gram}$$

$$\begin{aligned} &= \frac{30\%}{70\%} \times (300+450) \text{ gram} \\ &= 321,43 \text{ gram} \end{aligned}$$

- Pembuatan Larutan Surfaktan 1%
kebutuhan larutan surfaktan 1%

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{100} \times (\text{jumlah kebutuhan larutan surfaktan+NaOH}) \\ &= \frac{1}{100} \times 321,43 = 3,2143 \text{ gram} \end{aligned}$$

kebutuhan larutan NaOH 1%

$$\begin{aligned} &= \frac{1}{100} \times (\text{jumlah kebutuhan larutan surfaktan+NaOH}) \\ &= \frac{1}{100} \times 321,43 = 3,2143 \text{ gram} \end{aligned}$$

- Kebutuhan air = 321,43 gram – 3,2143 gram - 3,2143 gram = 315 gram

3. Penambahan Solar

Diketahui densitas solar = 0,831 gram/ml

- Asbuton : solar = 40% : 60%

$$\text{kebutuhan solar} = \frac{60\%}{40\%} \times 300 \text{ gram} = 450 \text{ gram}$$

4. Perhitungan Konsentrasi Bitumen yang Diperoleh

Analisa kadar bitumen dalam larutan dengan cara mengukur densitas campuran solar bitumen

Prosedur :

Untuk mengetahui konsentrasi bitumen dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Mengukur densitas campuran bitumen dan solar yang diperoleh menggunakan piknometer.
2. Menggunakan kurva kalibrasi untuk menentukan kadar bitumen larutan hasil percobaan dengan cara mem-plot nilai ρ yang diperoleh pada kurva kalibrasi bitumen murni antara ρ vs konsentrasi.

Catatan :

Bitumen murni diperoleh dengan cara ekstraksi menggunakan soklet sesuai SNI 03-3640 -1994.

5. Perhitungan %Recovery Bitumen

$$\% \text{ Recovery Bitumen} = \frac{\text{Jumlah Bitumen Terekstrak}}{\text{Jumlah Bitumen Awal}} \times 100\%$$

Contoh perhitungan untuk % *recovery* bitumen dengan variabel proses sebagai berikut, ratio asbuton: solar = 40% : 60%, ratio penambahan larutan surfaktan - NaOH = 25%, konsentrasi larutan surfaktan = 0,5% berat, NaOH= 1% berat.

Data yang diketahui :

Massa asbuton	= 300 gram
Kadar bitumen	= 21,145 %

$$\begin{aligned}\text{Massa bitumen awal pada asbuton} &= 300 \text{ gram} \times 21,145 \% \\ &= 63,43 \text{ gram.}\end{aligned}$$

$$\rho \text{ bitumen} + \text{solar} = 0,869 \text{ gram/ml}$$

$$\text{dari kurva kalibrasi konsentrasi bitumen} = 17,82 \%$$

$$\begin{aligned}\text{Massa bitumen terekstrak} &= 298,3 \text{ gram} \times 17,82 \% \\ &= 53,16 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\% \text{Recovery Bitumen} &= \frac{53,16}{63,43} \times 100\% \\ &= 83,82 \%\end{aligned}$$

APPENDIKS B

DATA HASIL EKSPERIMEN

Tabel B.1 Hasil Pengujian Kadar Bitumen Sesuai SNI 03-3640-1994

No	Keterangan	Hasil 1 (gram)	Hasil 2 (gram)
1	BERAT MINERAL DALAM TABUNG EKSTRAKSI		
b	Berat campuran beraspal + kertas saring	32,03	32,04
a	Berat kertas saring kosong ($a = b - c$)	1,67	1,67
c	Berat campuran beraspal	30,36	30,37
d	Berat air	0,31	0,37
e	Berat campuran beraspal kering ($e = c - d$)	30,05	30
f	Berat mineral + kertas saring	25,54	25,12
G1	Berat mineral ($G1 = f - a$)	23,87	23,45
2	BERAT MINERAL DALAM LARUTAN		
j	Berat mineral + kertas saring	1,67	1,67
i	Kertas saring kosong	1,67	1,67
G2	Berat mineral dalam larutan ($G2 = j - i$)	0	0
3	BERAT ASPAL DALAM CAMPURAN BERASPAL		
e	Berat campuran beraspal kering	30,05	30
g	Berat mineral ($g = G1 + G2$)	23,87	23,45

h	Berat aspal ($h = e - g$)	6,19	6,5
% aspal	Kadar aspal $\% \text{ aspal} = (h/c) * 100\%$	20,59%	21,7%
KADAR ASPAL RATA-RATA		21,145 %	

Tabel B.2 Data Hasil Penelitian Pemisahan Bitumen dengan Proses Air Panas

Temperatur (°C)	Penambahan Larutan Surfaktan + NaOH (%R_{wa})	Konsentrasi Larutan Surfaktan	Massa Campuran Bitumen Solar (Lapisan Atas)	densitas (g/cc)	Kadar bitumen	Massa bitumen	% <i>Recovery</i>
60	25%	0,5%	261,93	0,867	15.15	39.68	62.56
	25%	1%	265,67	0,868	15.96	42.39	66.85
	25%	1,5%	274,83	0,868	15.96	43.85	69.15
	25%	2%	255,24	0,867	15.15	38.66	60.96
	30%	0,5%	253,85	0,867	15.15	38.45	60.63
	30%	1%	274,65	0,866	14.34	39.38	62.09
	30%	1,5%	278,2	0,867	15.15	42.14	66.45
	30%	2%	261,82	0,866	14.34	37.54	59.19
	35%	0,5%	278,36	0,865	13.52	37.65	59.36
	35%	1%	287,87	0,865	13.52	38.93	61.39

	35%	1,5%	297,55	0,865	13.52	40.24	63.45
	35%	2%	282,78	0,864	12.71	35.94	56.67
	40%	0,5%	278,03	0,864	12.71	35.34	55.72
	40%	1%	275,06	0,865	13.52	37.20	58.66
	40%	1,5%	276,54	0,865	13.52	37.40	58.97
	40%	2%	277,92	0,864	12.71	35.32	55.69

Tabel B.2 Data Hasil Penelitian Pemisahan Bitumen dengan Proses Air Panas (lanjutan)

Temperatur (°C)	Penambahan Larutan Surfaktan + NaOH (%R_{wa})	Konsentrasi Larutan Surfaktan	Massa Campuran Bitumen Solar (Lapisan Atas)	densitas (g/cc)	Kadar bitumen	Massa bitumen	% <i>Recovery</i>
70	25%	0,5%	272,13	0,868	16.34	44.47	70.11
	25%	1%	274,91	0,869	17.15	47.15	74.34
	25%	1,5%	277,65	0,869	17.15	47.62	75.08
	25%	2%	246,11	0,869	17.15	42.21	66.55
	30%	0,5%	240,52	0,869	17.15	41.25	65.04
	30%	1%	249,21	0,870	17.96	44.75	70.56
	30%	1,5%	245,07	0,871	18.76	45.98	72.51
	30%	2%	232	0,869	17.15	39.79	62.74
	35%	0,5%	236,89	0,868	16.34	38.71	61.03
	35%	1%	245,1	0,869	17.15	42.03	66.28

	35%	1,5%	250,2	0,870	17.96	44.93	70.84
	35%	2%	268,57	0,866	14.34	38.50	60.71
	40%	0,5%	256,75	0,867	15.15	38.89	61.33
	40%	1%	273,85	0,867	15.15	41.48	65.41
	40%	1,5%	284,31	0,867	15.15	43.07	67.91
	40%	2%	278,17	0,864	12.71	35.35	55.74

Tabel B.2 Data Hasil Penelitian Pemisahan Bitumen dengan Proses Air Panas (lanjutan)

Temperatur (°C)	Penambahan Larutan Surfaktan + NaOH (%R_{wa})	Konsentrasi Larutan Surfaktan	Massa Campuran Bitumen Solar (Lapisan Atas)	densitas (g/cc)	Kadar bitumen	Massa bitumen	% <i>Recovery</i>
80	25%	0,5%	275,87	0,871	18.76	51.76	81.62
	25%	1%	292,16	0,870	17.96	52.46	82.72
	25%	1,5%	305,5	0,870	17.96	54.86	86.50
	25%	2%	296	0,870	17.96	53.15	83.81
	30%	0,5%	268,74	0,869	17.15	46.09	72.67
	30%	1%	291,23	0,869	16.76	48.82	76.98
	30%	1,5%	288,56	0,871	18.76	54.14	85.37
	30%	2%	276	0,871	18.76	51.79	81.66
	35%	0,5%	233,53	0,869	17.15	40.05	63.15
	35%	1%	281,19	0,868	16.34	45.95	72.45
	35%	1,5%	290,93	0,869	16.76	48.77	76.90

	35%	2%	281,99	0,869	17.15	48.36	76.25
	40%	0,5%	224,58	0,869	17.15	38.51	60.73
	40%	1%	283,08	0,868	15.96	45.17	71.23
	40%	1,5%	285,54	0,868	16.34	46.66	73.57
	40%	2%	293,88	0,867	15.53	45.63	71.96

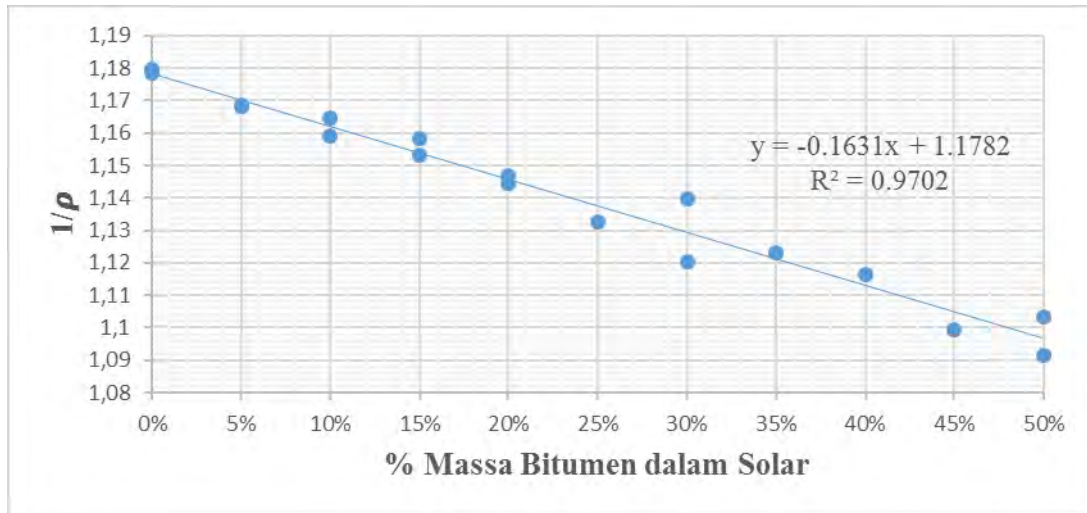
Tabel B.2 Data Hasil Penelitian Pemisahan Bitumen dengan Proses Air Panas (lanjutan)

Temperatur (°C)	Larutan Surfaktan + NaOH (%R_{wa})	Konsentrasi Larutan Surfaktan	Massa Campuran Bitumen Solar (Lapisan Atas)	densitas (gram/ml)	Kadar bitumen	Massa bitumen	% <i>Recovery</i>
90	25%	0,5%	298,34	0,869	17.15	51.16	80.67
	25%	1%	277,81	0,873	20.37	56.59	89.23
	25%	1,5%	282,17	0,875	21.97	61.99	97.74
	25%	2%	280,12	0,872	19.57	54.81	86.43
	30%	0,5%	278,3	0,869	17.15	47.73	75.26
	30%	1%	260,03	0,873	20.37	52.97	83.52
	30%	1,5%	256,76	0,877	23.56	60.49	95.39
	30%	2%	282,01	0,871	18.76	52.91	83.43
	35%	0,5%	245,97	0,872	19.57	48.13	75.89
	35%	1%	276,65	0,870	17.96	49.68	78.33

	35%	1,5%	314,58	0,871	18.76	59.03	93.07
	35%	2%	323,47	0,867	15.53	50.23	79.20
	40%	0,5%	257	0,870	17.96	46.15	72.77
	40%	1%	284,2	0,869	17.15	48.74	76.85
	40%	1,5%	303,33	0,871	18.76	56.91	89.74
	40%	2%	298	0,869	17.15	51.11	80.58

APPENDIKS C

KURVA KALIBRASI KADAR BITUMEN



Grafik C.1 Kurva Kalibrasi Kadar Bitumen

Tabel C.1 Data Penentuan % Bitumen dalam Solar (Percobaan I)

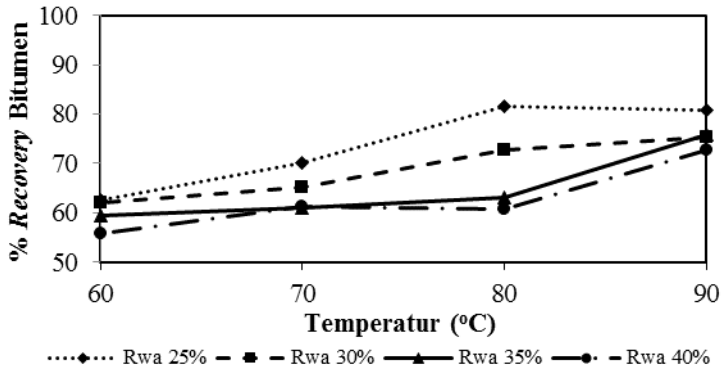
% Bitumen dalam Solar	Berat piknometer+bitumen +solar (gram)			Berat bitumen + solar (gram)			ρ (gram/ml)			ρ_{av}	$1/\rho$
	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
0%	20,07	20,06	20,06	8,51	8,50	8,50	0,85	0,85	0,85	0,85	1,177
5%	20,14	20,15	20,14	8,58	8,59	8,58	0,86	0,86	0,86	0,86	1,166
10%	20,17	20,18	20,17	8,61	8,62	8,61	0,86	0,86	0,86	0,86	1,162
15%	20,22	20,22	20,22	8,66	8,66	8,66	0,86	0,86	0,86	0,86	1,156
20%	20,30	20,31	20,31	8,74	8,75	8,75	0,87	0,87	0,87	0,87	1,144
30%	20,36	20,36	20,36	8,80	8,80	8,80	0,88	0,88	0,88	0,88	1,138
35%	20,49	20,49	20,50	8,93	8,93	8,94	0,89	0,89	0,89	0,89	1,121
40%	20,55	20,54	20,54	8,99	8,98	8,98	0,90	0,89	0,90	0,90	1,114
50%	20,65	20,64	20,66	9,09	9,08	9,10	0,91	0,91	0,91	0,91	1,101

Tabel C.2 Data Penentuan % Bitumen dalam Solar (Percobaan II)

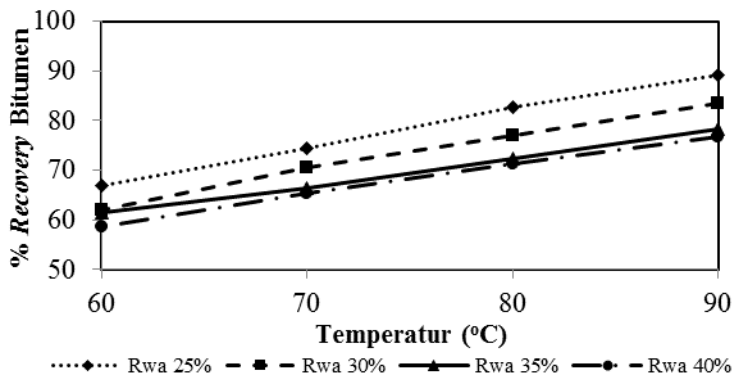
% Bitumen dalam Solar	Berat piknometer+bitumen +solar (gram)			Berat bitumen + solar (gram)			ρ (gram/ml)			ρ_{av}	$1/\rho$
	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
0%	20,07	20,08	20,06	8,51	8,52	8,50	0,85	0,85	0,85	0,85	1,179
5%	20,15	20,15	20,14	8,59	8,59	8,58	0,86	0,86	0,86	0,86	1,168
10%	20,21	20,23	20,20	8,65	8,67	8,64	0,86	0,86	0,86	0,86	1,159
15%	20,26	20,26	20,25	8,70	8,70	8,69	0,87	0,87	0,87	0,87	1,153
20%	20,32	20,32	20,33	8,76	8,76	8,77	0,87	0,87	0,87	0,87	1,145
25%	20,42	20,42	20,41	8,86	8,86	8,85	0,88	0,88	0,88	0,88	1,132
30%	20,52	20,50	20,52	8,96	8,94	8,96	0,89	0,89	0,89	0,89	1,120
45%	20,68	20,69	20,68	9,12	9,13	9,12	0,91	0,91	0,91	0,91	1,099
50%	20,75	20,75	20,75	9,19	9,19	9,19	0,92	0,92	0,92	0,92	1,091

APPENDIKS D

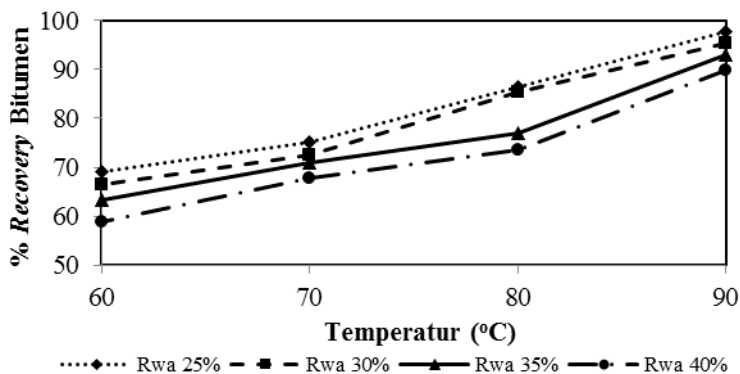
PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP % *RECOVERY* BITUMEN



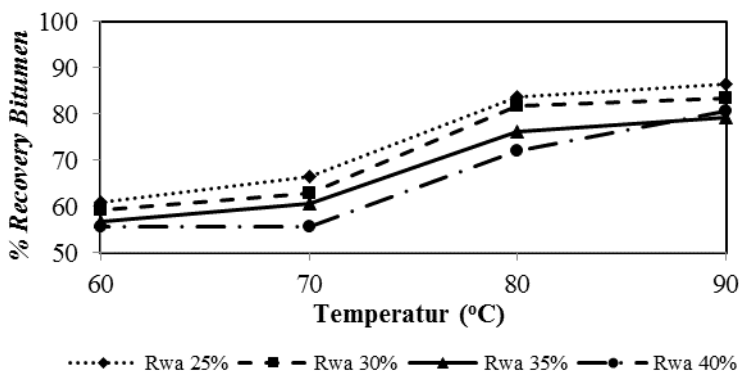
Grafik D.1 Pengaruh temperatur terhadap % *Recovery* bitumen pada konsentrasi surfaktan LAS 0,5%, R_s 60% dan konsentrasi NaOH 1% dengan berbagai nilai R_{wa}



Grafik D.2 Pengaruh temperatur terhadap % *Recovery* bitumen pada konsentrasi surfaktan LAS 1%, R_s 60% dan konsentrasi NaOH 1% dengan berbagai nilai R_{wa}

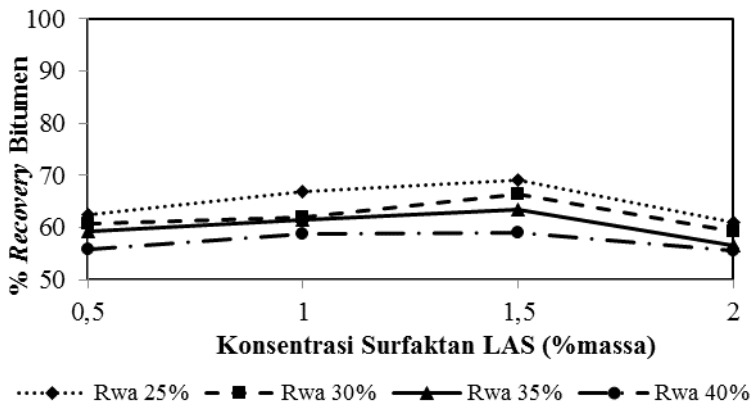


Grafik D.3 Pengaruh temperatur terhadap % *Recovery* bitumen pada konsentrasi surfaktan LAS 1.5 %, R_s 60% dan konsentrasi NaOH 1% dengan berbagai nilai R_{wa}

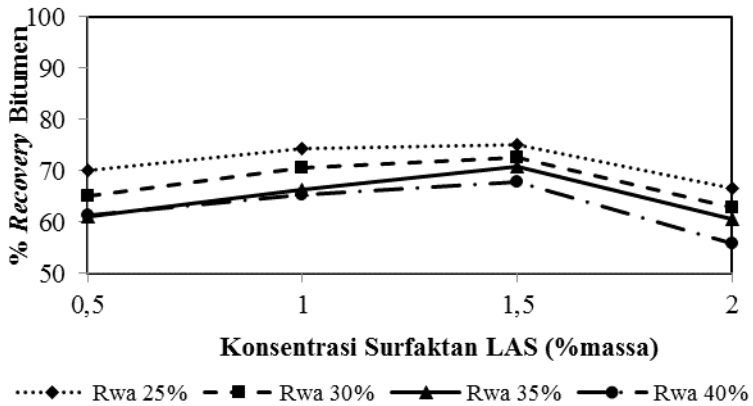


Grafik D.4 Pengaruh temperatur terhadap % *Recovery* bitumen pada konsentrasi surfaktan LAS 2%, R_s 60% dan konsentrasi NaOH 1% dengan berbagai nilai R_{wa}

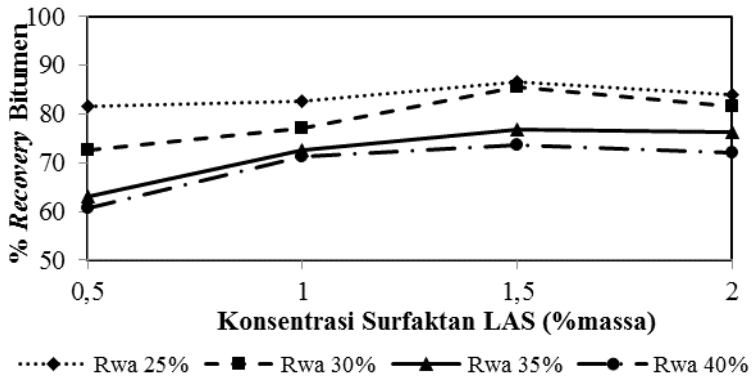
APPENDIKS E **PENGARUH KONSENTRASI** **SURFAKTAN LAS** **TERHADAP % *RECOVERY* BITUMEN**



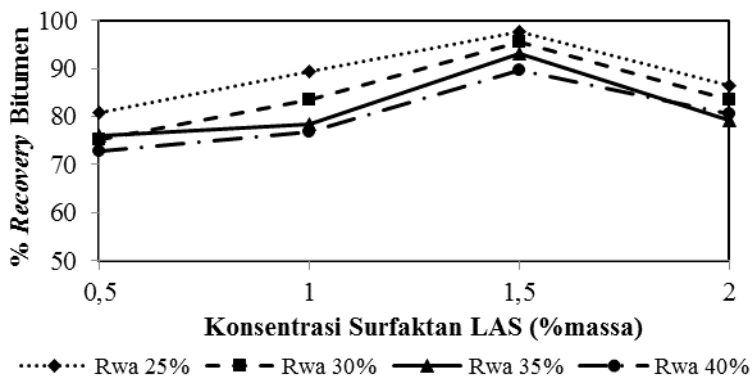
Grafik E.1 Pengaruh konsentrasi surfaktan LAS terhadap % *Recovery* bitumen pada R_s 60%, konsentrasi NaOH 1% dan temperatur 60 °C dengan berbagai nilai R_{wa}



Grafik E.2 Pengaruh konsentrasi surfaktan LAS terhadap % *Recovery* bitumen pada R_s 60%, konsentrasi NaOH 1% dan temperatur 70 °C dengan berbagai nilai R_{wa}



Grafik E.3 Pengaruh konsentrasi surfaktan LAS terhadap % *Recovery* bitumen pada R_s 60%, konsentrasi NaOH 1% dan temperatur 80 °C dengan berbagai nilai R_{wa}

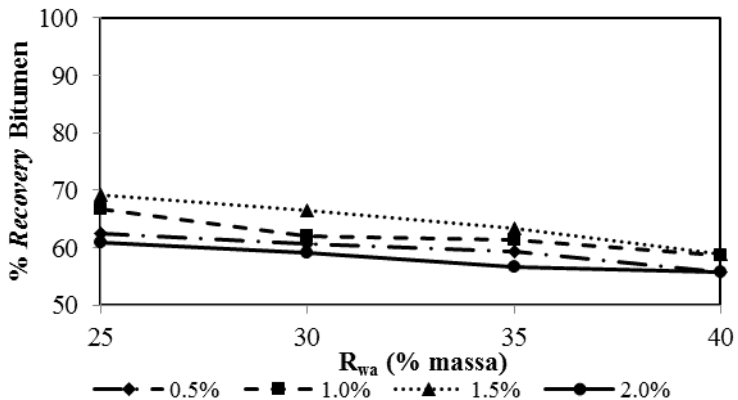


Grafik E.4 Pengaruh konsentrasi surfaktan LAS terhadap % *Recovery* bitumen pada R_s 60%, konsentrasi NaOH 1% dan temperatur 90 °C dengan berbagai nilai R_{wa}

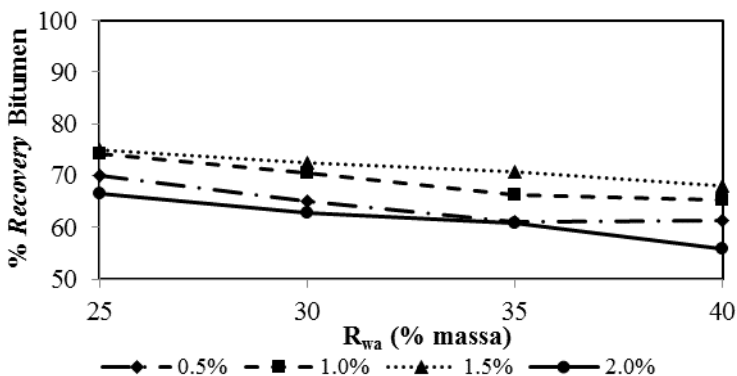
(HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN)

APPENDIKS F

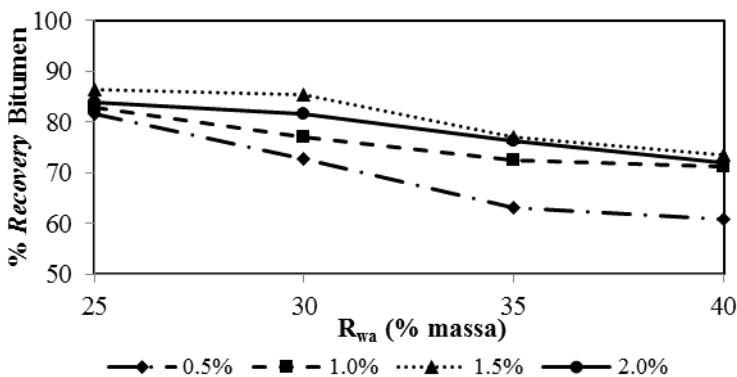
PENGARUH PENAMBAHAN SURFAKTAN LAS dan NaOH (R_{wa}) TERHADAP % *RECOVERY* BITUMEN



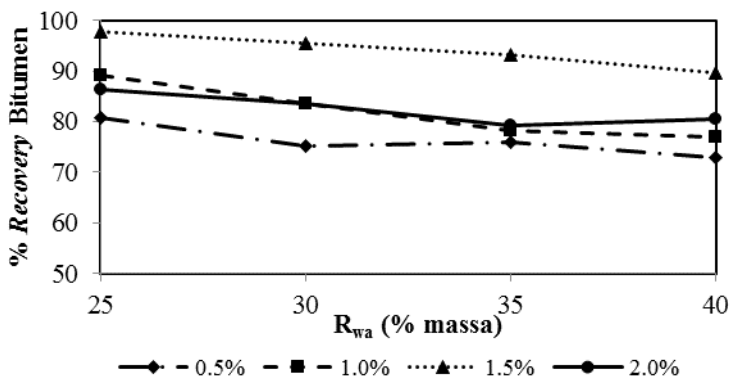
Grafik F.1 Pengaruh penambahan surfaktan LAS dan NaOH (R_{wa}) terhadap % *Recovery* bitumen pada R_s 60%, konsentrasi NaOH 1% dan temperatur 60 °C dengan berbagai nilai konsentrasi surfaktan LAS



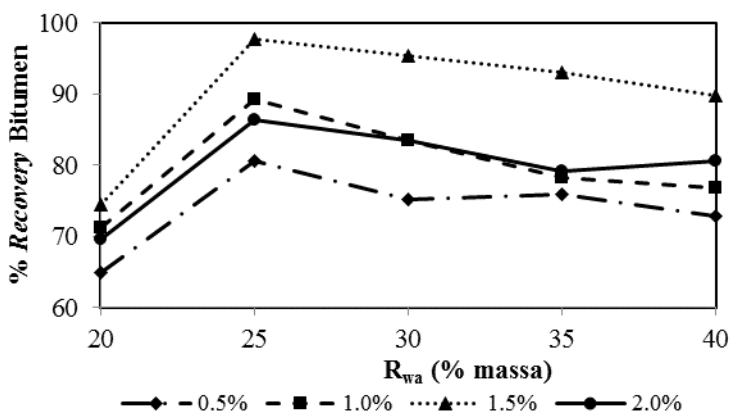
Grafik F.2 Pengaruh penambahan surfaktan LAS dan NaOH (R_{wa}) terhadap % *Recovery* bitumen pada R_s 60%, konsentrasi NaOH 1% dan temperatur 70 °C dengan berbagai nilai konsentrasi surfaktan LAS



Grafik F.3 Pengaruh penambahan surfaktan LAS dan NaOH (R_{wa}) terhadap % *Recovery* bitumen pada R_s 60%, konsentrasi NaOH 1% dan temperatur 80 °C dengan berbagai nilai konsentrasi surfaktan LAS



Grafik F.4 Pengaruh penambahan surfaktan LAS dan NaOH (R_{wa}) terhadap % *Recovery* bitumen pada R_s 60%, konsentrasi NaOH 1% dan temperatur 90 °C dengan berbagai nilai konsentrasi surfaktan LAS



Grafik F.5 Kurva optimasi penambahan surfaktan LAS dan NaOH (R_{wa}) terhadap % *Recovery* bitumen pada R_s 60%, konsentrasi NaOH 1% dan temperatur 90 °C dengan berbagai nilai konsentrasi surfaktan LAS

(HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN)

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

- 1 % *Recovery* bitumen meningkat seiring dengan meningkatnya temperatur dari 69,15 % pada temperatur 60°C menjadi 97,74% pada temperatur 90°C dengan kondisi konsentrasi NaOH sebesar 1%, konsentrasi surfaktan LAS sebesar 1,5% dan nilai R_{wa} sebesar 25%.
- 2 % *Recovery* bitumen meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi surfaktan LAS dari 80,67% pada konsentrasi surfaktan LAS 0,5% hingga 97,74% pada konsentrasi surfaktan LAS 1,5%, kemudian mengalami penurunan hingga 88,59% pada konsentrasi surfaktan 2% dengan temperatur 90°C, dan R_{wa} sebesar 25%.
- 3 % *Recovery* bitumen menurun seiring dengan meningkatnya penambahan *wetting agent* (R_{wa}) dari 97,74% pada nilai R_{wa} sebesar 25% menjadi 89,74% pada nilai R_{wa} sebesar 40% dengan temperatur 90°C dan konsentrasi surfaktan LAS 1,5%.

5.2 Saran

- 1 Perlu dilakukan flotasi untuk memisahkan lapisan bitumen-solar dari lapisan mineral untuk mengganti pemisahan pengendapan secara gravitasi agar % *recovery* bitumen bisa lebih tinggi dan proses pemisahan bisa berlangsung lebih cepat.
- 2 Perlu dilakukan analisa kualitatif bitumen yang dihasilkan.

(HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN)

DAFTAR PUSTAKA

- Abid, A.A. & Wahyudi, S. 2014. *Studi Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton dengan Media Air Panas dan Penambahan Solar serta Surfaktan*. Surabaya:Laporan Skripsi Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS.
- Ahmed, Dita dan Affan Hamzah. 2015. *Studi Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton dengan Media Air Panas dan Penambahan Solar, Surfaktan SLS, dan NaOH*. Surabaya: Laporan Skripsi Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS.
- Akinyemi, LP, R.K. Odunaike, dan O. Fasunwon. 2013. *Physical and Chemical Characterization of Oil Sands Observed at Imeri in Ogun State of South Western, Nigeria*. Geoscience Engineering Partnership Journal.
- Aris. 1997. *Sifat-Sifat Fisis Aspal Hasil Ekstraksi Asbuton Kabungka A dan Kabungka B yang Diekstraksi dengan Pelarut Karbon Tetraklorida (CCl₄) dan Pelarut Naphta*. Surabaya:Laporan Skripsi Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS.
- Bakhtiar, Marjan T. 2015. *Role of Sodium Hydroxide in Bitumen Extraction: Production of Natural Surfactant and Slime Coating*. Canada: Thesis University of Alberta
- Clark, K.A. & D.S. Paternack. 1920. *The Role of Very Fine Mineral Matter in the Hot Water Separation Process as Applied to Athabaska Bituminous Sand*. Jurnal Research Council of Alberta, Report No.53, 1-22.
- Cullum, D.C. 1994. *Introduction to Surfactant Analysis*. Glasgow: Blackie Academic & Professional
- Dai, Qi dan Ken H. Chung. 1996. *Hot Water Extraction Process Mechanism Using Model Oil Sands*. Fuel Processing Technology Elsevier Journal Vol. 75 No. 2, 220-226.
- Departemen Pekerjaan Umum:Direktorat Jenderal Bina Marga. 2006. *Pemanfaatan Asbuton*. Pedoman Konstruksi dan bangunan No.001–01/BM/2006.

- Drelich, J.2008. *Wetting Phenomena in Oil Sand System and There Impact on the water Base Bitumen Extraction Process*. Michigan: *Technology University*, vol 25, 1.
- Dwinurwulan, I., & Diana, P.O. 2009. *Perpindahan Massa pada Ekstraksi Asbuton dengan Pelarut Kerosin*. Surabaya : Laporan Skripsi Jurusan Teknik Kimia FTI – ITS.
- Eurobitume, 2014. “*Bitumen and Asphalt*”. <http://www.eurobitume.eu/bitumen/applications/roads> diakses 22 Januari 2015.
- Fuel Chemistry Division. 2014. “*Oil Sands*”. http://www.ems.psu.edu/~pisupati/ACSO Outreach/Oil_Sands.html diakses 23 Januari 2015.
- Gardiner, M. Stroup. 2000. *Use of Normal Propyl Bromide Solvents for Extraction and Recovery of Asphalt Cements*. Auburn : *National Center of Asphalt Technology Auburn University*.
- Genaro. 1990. *Rhemington’s Pharmaceutical Science 18th Ed*. USA : *Mack Printing Company*.
- Hardadi, Rachmad. 2015. *Pertamina-Wika Kembangkan Bisnis Aspal Hybrid* hal 3. Jakarta : *Energia Pertamina*.
- Hupka, J, J.D. Miller dan A.Cortez. 1984. *Importance of Bitumen Viscosity in the Hot Water Processing of Domestic Tar Sands*. *Technical Papers*
- Institute of Petroleum. 1984. *Modern Petroleum Technology 5th edition Part II*. Singapore: *John Wiley and Sons*.
- Kumar, R. 1995. *Pilot Plant Studies of A New Hot Water process For Extraction of Bitumen For Utah Tar Sands*. *Department of Chemicals and Fuels Engineering, The University of Utah*.
- Leanon, Rap. 2015. *Pengaruh Rasio Molar Substrat Dan Konsentrasi Katalis Pada Pembuatan Surfaktan Decyl Poliglikosida Dari D-Glukosa Dan Dekanol*. Sumut : Laporan Skripsi UNSU.

- Litbang P.U. 2012. *ASBUTON (Aspal Buton)*.
<http://litbang.pu.go.id/asbutonaspalbuton.balitbang.pu.go.id>
 diakses_25 Januari 2015.
- Liu, Weikang, Ying Jin, Xiaoli Tan, dan Anthony Yeung. 2011.
*Altering The Wettability Of Bitumen-Treated Glass
 Surfaces With Ionic Surfactants. Fuel Elsevier Journal* 90
 (2011) 2858–2862
- Miller, J.D dan M. Misra. 1991. *Comparison Of Water-Based
 Physical Separation Processes For U.S. Tar Sands. Fuel
 Processing Technology Elsevier Journal*, 27 (1991) 3-20
- Misra, M dan J.D Miller. 1982. *Hot Water Process
 Development For Utah Tar Sands. Fuel Processing
 Technology Elsevier Journal*, Vol 6, 27--59
- Nielsen, B., William Y. & Anil K. 1994. *Effects of Temperature
 and Pressure on Asphaltene Particle Size Distribution in
 Crude Oils Diluted with n – Pentane. Industrial
 Engineering Chemistry Research*, Vol 33, 1324 – 1330.
- Novitrie, N. A. 2014. *Studi Proses Pemisahan Bitumen dari
 Asbuton dengan Media Air Panas dan Penambahan Solar
 serta Surfaktan*. Surabaya:Laporan Thesis Jurusan Teknik
 Kimia FTI – ITS.
- Nuryanto, A. 2008. *Aspal Buton dan Propelan Padat*. Jakarta
- Pertamina. 2005. *Bahan Bakar Solar*. Solar Sebagai Bahan Bakar
 Diesel. www.pertamina.com.
- Pertamina, 2008. *Material Safety Data Sheet Solar*.
[dprdkaltimprov.go.id/images/ badan/proker/solar.pdf](http://dprdkaltimprov.go.id/images/badan/proker/solar.pdf)
- Purwono, S. 2003. *Koefisien Perpindahan Massa pada
 Pemisahan Aspal Buton dari Kabungka dan Bau-Bau
 dengan Pelarut n-Heksan*. Forum Teknik Vol. 29, 40-49.
- Qomary, A. & Suminar Dewi. 2012. *Studi Proses Pemisahan
 Bitumen dari Asbuton dengan Proses Hot Water*.
 Surabaya:Laporan Skripsi Jurusan Teknik Kimia FTI –
 ITS.
- Rumanto, B. 1989. *Pemanfaatan Aspal Buton (Asbuton) ditinjau
 dari Aspek Penerapan Konstruksi Jalan Raya*. Majalah

- Badan Pengkajian dan Terapan Teknologi (BPPT), No. XXXII/1989, 121-131
- Rohman, A., & Syukra, H. 2014. *Studi Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton menggunakan Media Air Panas dengan Penambahan Solar serta dan NaOH (Natrium Hidroksida)*. Surabaya:Laporan Skripsi Jurusan Teknik Kimia
FTI – ITS.
- Salager, Jean L. 2002. *Surfactants Types and Uses*. Colombia : Universidad De Los Andes
- Sciencelab. 2015. Material Safety Data Sheet Natrium Hidroksida (NaOH). Dipublikasikan dalam www.sciencelab.com
- Sepulveda, J.E., Miller & Oblad. 1979. *Hot Water Extraction of Bitumen From Utah Tar Sands*. Utah:Department of Mining, Metallurgical, and Fuels Engineering University of Utah, Salt Lake City.
- Shidiq, M. & Rachmadhani. 2013. *Studi Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton Dengan Proses Hot Water Menggunakan Bahan Pelarut Kerosin dan Larutan Surfaktan*. Surabaya:Laporan Skripsi Jurusan Teknik Kimia
FTI – ITS.
- Siswosoebrotho, Bambang Ismanto., Kusnianti, Neni., Tumewu, dan Willy. 2005. *Laboratory Evaluation of Lawele Buton Natural Asphalt in Asphalt Concrete Mixture. Proceedings of the Eastern Asia Society for Transportation Studies*, Vol. 5, pp. 857-867
- Suprpto dan Murachman, B. 1998. *Bitumen Ekstrak Aspal Buton*. Forum Teknik Jilid 22 No.31.
- Tommy. 2012. *Proses Ekstraksi Asbuton dengan Pelarut Pertasol*. Jurnal Teknik Kimia. FTI-ITS.
- Xu, Ke, Chengdong Wu, Xiaojun Tian, dan Zaili Dong. 2011. *A Study on the Influence of Different Anionic Surfactants on the AFM Scanning and Imaging of SWCNTs. Advanced Material Research* Vols. 284-286, pp 110-113.

- Yuda, Teo dan Reza Eka Septiawan. 2015. *Studi Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton Menggunakan Media Air Panas dengan Penambahan Solar dan Surfaktan Sodium Ligno Sulfonat (SLS) serta Natrium Hidroksida (NaOH)*. Surabaya: Laporan Skripsi Teknik Kimia FTI ITS.
- Zhibing, Shen, Zhang Juntao, Zhang Jie, dan Liang Shengrong. 2014. *The Caustic Alkali-free Water Extraction Agent for Treating Inner Mongolia Oil Sands*. *China Petroleum Processing and Petrochemical Technology*, Vol.16, No.4, pp 65-69
- Zindy. 2013. *Studi Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton Menggunakan Media Air Panas dengan Penambahan Surfaktan*. Surabaya: Laporan Skripsi Teknik Kimia FTI ITS.

(HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN)

RIWAYAT PENULIS



Gissa Navira Sevie adalah mahasiswa S1 Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya yang memiliki minat pada proses kimia dan pemisahan. Selama berkuliah, penulis memiliki antusiasme tinggi untuk mata kuliah azas dan operasi teknik kimia, desain pabrik kimia, teknik biokimia dan desain kolom

pemisah. Penulis yang pada tahun terakhir aktif di Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa ini memiliki hobi membaca, diskusi. Pengalaman yang pernah dienyam penulis di dunia Teknik Kimia yaitu kerja praktik di PT Pertamina RU VI Balongan di Unit RCC (*Residue Catalytic Cracking*). Penulis juga memiliki semangat tinggi untuk melakukan riset. Riset yang pernah dilakukannya, yakni **“Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton Menggunakan Media Air Panas dengan Penambahan Solar, Surfaktan Anionik dan *Sodium Hidroksida*”** yang dapat dilaksanakan dengan baik berkat bimbingan dari dosen-dosen Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa Teknik Kimia ITS. Selain itu penulis juga cukup menguasai aplikasi proses seperti Aspen HYSYS. Untuk kepentingan korespondensi penulis dapat dihubungi pada alamat email gissanavira@gmail.com.

RIWAYAT PENULIS



Yosita Dyah Anindita, lahir pada tanggal 1 Juni 1994 di Trenggalek. Penulis merupakan mahasiswa S1 Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya. Selama berkuliah, Penulis yang merupakan anak pertama dari tiga bersaudara ini memiliki antusiasme yang tinggi untuk mengembangkan diri di bidang proses, pemisahan, dan perpindahan panas dan massa. Selain berkuliah dan berorganisasi di BEM

ITS, penulis juga menimba pengalaman melalui Kerja Praktik di PT Semen Indonesia di Departemen Pengendalian Proses dan diamanahi sebagai asisten Laboratorium Komputasi Numerik Terapan Jurusan Teknik Kimia. Penulis yang menaruh minat lebih pada pengajaran dan penelitian ini memilih Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa untuk melakukan penelitian Tugas Akhir dengan judul **“Proses Pemisahan Bitumen dari Asbuton Menggunakan Media Air Panas dengan Penambahan Solar, Surfaktan Anionik dan *Sodium Hidroksida*”**. yang dapat dilaksanakan dengan baik berkat bimbingan dari dosen-dosen Laboratorium Perpindahan Panas dan Massa Teknik Kimia ITS. Selain itu penulis juga cukup menguasai aplikasi proses seperti Aspen HYSYS. Untuk kepentingan korespondensi penulis dapat dihubungi pada alamat email aninditayosita@gmail.com.